



**TUGAS AKHIR - RE 141581**

# **ANALISIS TINGKAT KEBISINGAN YANG DITIMBULKAN OLEH AKTIFITAS BANDAR UDARA DAN UPAYA PENGELOLAANNYA**

**RACHMI LAYINA CHIMAYATI**  
**33131000117**

Dosen Pembimbing  
Dr. Ir. Rachmat Boedisantoso, MT.

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2017



**TUGAS AKHIR - RE 141581**

# **ANALISIS TINGKAT KEBISINGAN YANG DITIMBULKAN OLEH AKTIFITAS BANDAR UDARA DAN UPAYA PENGELOLAANNYA**

**RACHMI LAYINA CHIMAYATI**  
**33131000117**

Dosen Pembimbing  
Dr. Ir. Rachmat Boedisantoso, MT.

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2017



**TUGAS AKHIR - RE 141581**

# **ANALYSIS OF NOISE LEVEL GENERATED BY THE ACTIVITY OF INTERNATIONAL AIRPORT AND MANAGEMENT EFFORTS**

**RACHMI LAYINA CHIMAYATI**  
**33131000117**

**SUPERVISOR**  
**Dr. Ir. Rachmat Boedisantoso, MT.**

**DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING**  
**Faculty of Civil Engineering and Planning**  
**Institut Teknologi Sepuluh Nopember**  
**Surabaya 2017**

## LEMBAR PENGESAHAN

### ANALISIS TINGKAT KEBISINGAN YANG DITIMBULKAN OLEH AKTIVITAS BANDARA INTERNASIONAL KUALANAMU DAN UPAYA PENGELOLAANNYA

#### TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar  
Sarjana Teknik  
pada  
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**RACHMI LAYINA CHIMAYATI**  
**NRP. 3313 100 117**

Disetujui oleh:  
Pembimbing Tugas Akhir



**Dr. Ir. Rachmat Boedisantoso, M.T.**  
**NIP. 19660116 1997031 001**





# **ANALISIS TINGKAT KEBISINGAN YANG DITIMBULKAN OLEH AKTIVITAS BANDARA DAN UPAYA PENGELOLAANYA**

(Studi Kasus: BANDARA INTERNASIONAL KUALANAMU,  
MEDAN – SUMATERA UTARA)

Nama : Rachmi Layina Chimayati  
NRP : 3313100117  
Jurusan/ prodi : Teknik Lingkungan S-1  
Dosen pembimbing : Dr.Ir. Rachmat Boedisantoso, M.T.

## **ABSTRAK**

Bandara Internasional Kualanamu, Sumatera Utara adalah bandara terbesar kedua di Indonesia setelah bandara udara Soekarno-Hatta yang memiliki jam operasional penerbangan yang cukup padat dan sibuk. Dimana dalam operasionalnya bandara tersebut menimbulkan kebisingan yang cukup menimbulkan masalah bagi lingkungan sekitar yang menerima dampak tersebut secara langsung adalah pekerja. Pekerja Bandara adalah subjek pertama yang paling rentan terhadap gangguan fisik dan psikis seperti kerusakan pendengaran yang diakibatkan oleh aktifitas bandara khususnya suara yang ditimbulkan oleh mesin jet pesawat. Khususnya para karyawan yang menangani operasional penerbangan terutama bagian *ground handling* pesawat terbang dan penduduk sekitar bandara yang berada di jalur lepas landas (*take off*) dan pendaratan (*landing*). Oleh sebab itu diperlukan upaya pengendalian kebisingan di lingkungan sekitar bandara demi mengurangi potensi bahaya yang ditimbulkan dari kebisingan bandara yang dapat mengganggu kenyamanan dan kesehatan manusia.

Penelitian ini adalah melakukan pengambilan data primer dan skunder. Pembacaan data primer tingkat kebisingan di bandara udara pada 7 waktu sesuai dengan KEPMEN LH No.48 Tahun 1996 dengan menggunakan *Sound Level Meter* (SLM) dan *Global Positioning System* (GPS) Sebagai alat menentukan titik kordinat lokasi pengambilan sampel. Tujuan penelitian ini adalah melakukan pengambilan dan pembacaan data tingkat kebisingan di bandar udara pada waktu tertentu, mengetahui tingkat kebisingan bandar udara pada titik tertentu,

dan membandingkan hasil pengukuran dengan baku mutu tingkat kebisingan yang telah ditetapkan pada peraturan KEPMEN LH No.48 Tahun 1996. Penelitian ini menggunakan Software surfer untuk mengolah data penelitian yang diambil secara langsung menjadi sebuah peta kontur dengan tujuan memudahkan pembacaan tingkat kebisingan di suatu lokasi. Penelitian ini dilakukan di 16 titik sampling yang berbeda dengan tingkat kebisingan dan faktor yang mempengaruhinya.

Hasil penelitian nilai kebisingan tertinggi terjadi pada saat hari libur dengan rata-rata nilai kebisingannya Wilayah sisi Udara Weekdays : 70,39 dB(A) Wilayah sisi Udara Weekdend : 72,04 dB(A), Wilayah sisi Darat Weekdays : 69,54 dB(A), Wilayah sisi darat Weekdend : 70,76 dB(A), Wilayah sisi Udara-Darat Weekdays : 69,35 dB(A), Wilayah sisi Udara-Darat Weekdend : 70,30 dB(A). Upaya pengelolaan lingkungan dapat dilakukan dengan pemasangan insulasi atau peredam suara pada gedung administrasi perkantoran dan operasional bandar udara, penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) untuk karyawan yang bekerja di area bising, menanam tanaman disekitar badan jalan yang menuju bandar udara serta mempertahankan dan mengembangkan penanaman tumbuhan perindang pada zona penyangga yang berbatasan dengan pemukiman.

**Kata kunci : Baku mutu, Bandar Udara kuantitas,Dampak kebisingan, Kebisingan, Pekerja**

**ANALYSIS OF NOISE LEVEL GENERATED BY THE  
ACTIVITY OF KUALANAMU INTERNASIONAL  
AIRPORT AND MANAGEMENT EFFORTS**

(Studi Kasus: BANDARA INTERNASIONAL KUALANAMU,  
MEDAN – SUMATERA UTARA)

Nama	: Rachmi Layina Chimayati
NRP	: 3313100117
Jurusan/ prodi	: Teknik Lingkungan S-1
Dosen pembimbing	: Dr.Ir. Rachmat Boedisantoso, M.T.

**ABSTRACT**

Kualanamu International Airport, North Sumatra is the second largest airport in Indonesia after the Soekarno-Hatta airport which has a busy and busy flight operational hours. Where in operational airport cause noise that enough cause problems for environment. Those who receive the impact directly are workers. Airport Workers are the first subject most susceptible to physical and psychological disturbances such as hearing damage caused by airport activity especially the noise generated by jet engines. Especially the employees who handle flight operations, especially the ground handling of aircraft and resident around the airport in take off and landing. Therefore it is necessary to control the noise in the environment around the airport in order to reduce the potential danger posed by the airport noise that can disturb the comfort and healthy.

This research is to collect primary and secondary data. The reading of the primary noise level data at the airport at 7 time in accordance with KEPMEN LH No.48 of 1996 using Sound Level Meter (SLM) and Global Positioning System (GPS) as a tool to determine the point of coordinate of sampling location. The purpose of this research is to take and read the noise level data at the airport at a certain time, to know the airport noise level at a certain point, and to compare the measurement result with the noise level standard that has been set in KEPMEN LH No.48 / 1996 regulation. This research uses surfer software to process research data taken directly into a contour map with the aim of facilitating the reading of noise levels at a location. The study was

conducted at 16 different sampling points with the noise level and the factors that influenced it.

Result of research of highest noise value happened during holiday with average of noise value Air side area Weekdays: 70,39 dB(A) Air side area Weekdays: 72,04 dB(A), Land side Area Weekdays: 69,54 dB(A), Land side area Weekdend: 70.76 dB(A), Air side-Land Area Weekdays: 69.35 dB(A), Air-side Land Area Weekdend: 70,30 dB(A). Environmental management efforts can be done by insulation or sound muffing in airport administration and airport operational buildings, the use of Personal Protective Equipment (APD) for employees working in noisy areas, planting plants around the road leading to the airport and maintaining and developing the planting of perindang In the buffer zone adjacent to the settlement. Keywords: Quality standard, Kualanamu airport, Noise impact, Noise, Workers

**Keywords: Quality standard, your quality airport, Noise impact, Noise, Workers**

### **KATA PENGANTAR**

Puji syukur saya sampaikan kepada Allah SWT karena atas Rahmat dan karunia-Nya saya dapat menyelesaikan laporan tugas akhir dengan judul "*Analisis Tingkat Kebisingan yang Ditimbulkan Oleh Aktivitas Bandara Udara dan Upaya Pengelolaannya*", dan saya sampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Rachmat Boedisantoso, MT. selaku dosen pembimbing tugas akhir, terima kasih atas kesediaan, kesabaran, bimbingan dan ilmu yang diberikan
2. Bapak Dr. Ali Masduqi, ST., MT., Ibu Ipung Fitri Purwanti, ST., MT., PhD., dan Bapak Dr. Eng Arie Dipareza Syafe'i ST., MEPM selaku dosen penguji tugas akhir, terima kasih atas saran serta bimbingannya
3. Bapak Affan selaku Laboran Laboratorium Pengendalian Pencemaran Udara dan Perubahan Iklim, Jurusan Teknik Lingkungan yang telah membantu dan memfasilitasi Penulis di Laboratorium
4. Keluarga saya yang selalu memberikan dukungan dan doa untuk kelancaran tugas akhir saya
5. Gendral Manager Bandara Internasional Kualanamu dan jajarannya yang telah memberikan waktu dan izinnya kepada penulis untuk meneliti tingkat kebisingan di bandara tersebut.
6. Teman-teman angkatan 2013 dan Sep Hamdan Rifanuddin yang selalu sharing ilmu, semangat dan siap membantu saya

Saya menyadari masih banyak kekurangan dalam penyusunan laporan tugas akhir ini. Oleh karena itu saya menerima saran agar penulisan laporan tugas akhir ini menjadi lebih baik. Semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi pembaca.

Surabaya, April 2017  
Penulis

***“Halaman ini sengaja diosongkan”***

## DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	v
ABSTRACT .....	vii
KATA PENGANTAR .....	ix
DAFTAR ISI .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Ruang Lingkup.....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
BAB II GAMBARAN UMUM .....	5
2.1 Tentang PT. Angkasa Pura II (Persero).....	5
2.2 Tentang Bandara Udara Internasional Kualanamu .....	6
2.3 Jenis-Jenis Fasilitas Bandara Udara .....	7
2.4 Operasi Bandara.....	9
2.5 Jenis-Jenis Pesawat.....	10
2.6 Besaran Nilai Kebisingan Tiap-Tiap Pesawat.....	10
2.7 Jadwal Penerbangan .....	11
BAB III TINJAUAN PUSTAKA .....	13
3.1 Pengertian Kebisingan.....	13
3.2 Sifat dan Jenis Kebisingan .....	14
3.3 Sumber Kebisingan .....	15
3.4 Tingkat Kebisingan .....	16
3.5 Nilai Ambang Batas (NAB) Intensitas kebisingan .....	17
3.6 Pengukuran Kebisingan.....	22
3.7 Metode Pengolahan Data GOLDEN SURFER 8 .....	23
3.8 Dampak Kebisingan.....	29
3.9 Macam-macam APD (Alat Pelindung Diri).....	30
3.10 Pengertian Noise Barrier .....	31
3.11 Pemeriksaan Pendengaran .....	33
3.11.1 Tujuan Pemeriksaan Audiometri .....	33
3.11.2 Persyaratan Pemeriksaan Audiometri .....	33
3.11.3 Teknik Pemeriksaan Audiometri .....	34

3.11.4	Analisis Hasil .....	34
3.12	Algoritma LMS .....	35
3.13	Adaptive Filter.....	36
3.14	Signal to Noise Ratio dan Mean Square Error .....	38
<b>BAB IV METODE PENELITIAN .....</b>		<b>39</b>
4.1	Umum .....	39
4.2	Kerangka Penelitian.....	39
4.3	Penjelasan Kerangka Penelitian .....	40
4.3.1	Ide Penelitian .....	40
4.3.2	Studi Literatur .....	41
4.3.3	Penentuan Asek Penelitian.....	42
4.3.4	Persiapan Penelitian.....	42
4.3.5	Pelaksanaan Penelitian .....	42
4.4	Variabel Penelitian.....	43
4.4.1	Klasifikasi Variabel.....	43
4.4.2	Definisi Konseptual Variabel .....	43
4.4.3	Jenis dan Sumber Data .....	44
4.4.4	Instrumen Penelitian .....	47
4.4.5	Metode Pengumpulan data.....	47
4.4.6	Metode Analisis Data.....	47
4.4.7	Output Hasil Data .....	51
4.4.8	Kesimpulan .....	51
<b>BAB V DATA DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>53</b>
5.1	Pengambilan Data Tingkat Kebisingan .....	53
5.2	Nilai Tingkat Kebisingan Ekvivalen.....	54
5.2.1	Analisa Hubungan Kebisingan Dengan Frekuensi Penerbangan.....	61
5.2.2	Analisis Tingkat Kebisingan Wilayah Sisi Udara.....	63
5.2.3	Analisis Tingkat Kebisingan Wilayah Sisi Darat.....	67
5.2.4	Analisis Nilai Kebisingan Wilayah Sisi Udara-Darat .....	72
5.3	Hubungan Dampak Kebisingan Terhadap Kesehatan Pekerja dan Lingkungan Sekitar.....	77
5.4	Alternatif Pengolahan dan Pengurangan Dampak Paparan Bising .....	78



5.4.1	Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) .....	79
5.4.2	Perhitungan Barrier Alami.....	91
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN .....		98
6.1	Kesimpulan.....	98
6.2	Saran.....	99
DAFTAR PUSTAKA.....		100
LAMPIRAN A .....		1
LAMPIRAN B .....		1
LAMPIRAN C .....		1
BIODATA PENULIS.....		2

***“Halaman ini sengaja diosongkan”***

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Logo Angkasa Pura .....	5
Gambar 2. 2 Visi KNIA .....	6
Gambar 3. 1 Langkah Pertama Ploting Kontur di Surfer .....	27
Gambar 3. 2 Langkah Kedua Ploting Kontur di Surfer .....	27
Gambar 3. 3 Langkah Ketiga Ploting Kontur Di Surfer .....	28
Gambar 3. 4 Langkah Keempat Ploting Kontur di Surfer .....	28
Gambar 3. 5 Langkah Kelima Ploting Kontur di Surfer .....	29
Gambar 3. 6 Noise Barrier Alami.....	31
Gambar 3. 7 Noise Barrier Buatan .....	31
Gambar 3. 8 Diagram Adaptive Filter .....	37
Gambar 4. 1 Skema Kerangka Pemikiran .....	41
Gambar 4. 2 Peta Lokasi Sampling .....	45
Gambar 5. 1 Wilayah Sisi Udara Weekdays.....	65
Gambar 5. 2 Wilayah Sisi Udara Weekend .....	65
Gambar 5. 3 Wilayah Sisi Darat Weekday .....	68
Gambar 5. 4 Wilayah Sisi Darat Weekend .....	69
Gambar 5. 5 Wilayah Sisi Udara-Darat Weekday .....	73
Gambar 5. 6 Wilayah Sisi Udara - Darat Weekend .....	74
Gambar 5. 7 Alat Pelindung Diri (Telinga) .....	82
Gambar 5. 8 Grafik Tingkat Reduksi barrier 3 M .....	86
Gambar 5. 9 Grafik Tingkat Reduksi barrier 3,5 M .....	88
Gambar 5. 10 Grafik Tingkat Reduksi barrier 4 M .....	91
Gambar 5.11 Glodongan ( <i>polyalthea longifolia</i> ) bougenvil ( <i>bougenvil sp.</i> ).....	94

***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Jadwal Penerbangan Pesawat .....	11
Tabel 3. 1 Nilai Ambang Batas Kebisingan .....	19
Tabel 3. 2 Nilai Baku Mutu Kebisingan.....	20
Tabel 3. 3 Nilai Tingkat Kebisingan Berdasarkan Zona .....	21
Tabel 3. 4 Klasifikasi Pendengaran Menurut Standar American of Ophtalmomologi and Otalarinology .....	35
Tabel 5. 1 Hasil pengukuran dan perhitungan kebisingan di Apron 1 .....	55
Tabel 5. 2 Tabel Hasil Nilai Kebisingan Bandara Internasional Kualanamu .....	58
Tabel 5. 3 Tabel Pembagian Wilayah.....	61
Tabel 5. 4 Tabel Jadwal dan Jumlah Pesawat Perhari.....	62
Tabel 5. 5 Data Pendengaran 2016 .....	80
Tabel 5. 6 Perhitungan X Untuk ketinggian Efektif 3 M .....	84
Tabel 5. 7 Perhitungan Y Untuk ketinggian Efektif 3 M .....	84
Tabel 5. 8 Perhitungan Z Untuk ketinggian Efektif 3 M .....	84
Tabel 5. 9 Perhitungan N Untuk ketinggian Efektif 3 M .....	85
Tabel 5. 10 Perhitungan X Untuk ketinggian Efektif 3,5 M .....	86
Tabel 5. 11 Perhitungan Y Untuk ketinggian Efektif 3,5 M .....	87
Tabel 5. 12 Perhitungan Z Untuk ketinggian Efektif 3,5 M .....	87
Tabel 5. 13 Perhitungan N Untuk ketinggian Efektif 3,5 M .....	87
Tabel 5. 15 Perhitungan Y Untuk ketinggian Efektif 4 M .....	89
Tabel 5. 16 Perhitungan Z Untuk ketinggian Efektif 4 M .....	90
Tabel 5. 17 Perhitungan N Untuk ketinggian Efektif 4 M .....	90
Tabel 5. 18 Nilai Reduksi Kebisingan Menggunakan Barrier Alami .....	92
Tabel 5. 19 Hasil Nilai Kebisingan Setelah Reduksi Dengan Barrier .....	94

***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***

**DAFTAR LAMPIRAN**

LAMPIRAN A..... 1

LAMPIRAN B..... 1

LAMPIRAN C ..... 1

***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***



## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Era globalisasi menghadirkan berbagai perubahan dan sekaligus tantangan yang perluantisipasi sejak dini. Berkembangnya wawasan tentang hak asasi manusia, demokrasi, persamaan gender dan lingkungan mewarnai proses globalisasi. Peranan Hiperkes dan Keselamatan Kerja sebagai suatu keilmuan maupun penerapannya yang bersifat multidisiplin semakin mengemuka terutama pada segi manusia sebagai sumber daya dan lingkungan sekitarnya. Proses di dalam industri jelas memerlukan kegiatan tenaga kerja sebagai unsur dominan yang mengelola bahan baku/material, mesin, peralatan dan proses lainnya yang dilakukan di tempat kerja. (Budiono, dkk, 2003)

Perkembangan teknologi pada sektor industri transportasi telah memberikan banyak manfaat bagi kehidupan manusia. Namun disisi lain, perkembangan teknologi ini justru memberikan dampak buruk bagi lingkungan. Hal ini terjadi karena paradigma pembangunan masih hanya berorientasi pada profit semata dengan tidak memperhatikan aspek lainnya. Salah satu aspek yang paling penting dalam hal ini adalah aspek lingkungan. Oleh karena itu perlu dilakukan sebuah pengendalian terhadap setiap dampak yang ditimbulkan.

Salah satu jenis pencemar yang relatif cukup sulit ditangani adalah pencemaran emisi udara. Industri transportasi udara akan selalu diikuti oleh penerapan teknologi tinggi, penggunaan bahan dan peralatan yang semakin kompleks dan rumit. Namun demikian, penerapan teknologi tinggi dan penggunaan bahan yang beraneka ragam dan kompleks tersebut sering tidak diikuti oleh kesiapan SDM-nya. Keterbatasan manusia sering menjadi faktor penentu terjadinya musibah seperti; kecelakaan, kebakaran, peledakan, pencemaran lingkungan dan timbulnya penyakit akibat kerja. Kondisi-kondisi tersebut ternyata telah banyak mengakibatkan kerugian jiwa dan material, baik bagi pengusaha, tenaga kerja, pemerintah dan bahkan masyarakat luas.

Untuk mencegah dan mengendalikan kerugian-kerugian yang lebih besar, maka diperlukan langkah-langkah tindakan

yang mendasar dan prinsip yang dimulai dari tahap perencanaan. Sedangkan tujuannya adalah agar tenaga kerja mampu mencegah dan mengendalikan berbagai dampak negatif yang timbul selama bekerja, sehingga akan tercipta lingkungan kerja yang sehat, nyaman, aman dan produktif.

Dalam industri transportasi udara, salah satu parameter yang harus diperhatikan adalah mengenai permasalahan kebisingan di area bandara dan wilayah sekitar bandara. Masalah kebisingan tersebut mempunyai pengaruh luas mulai dari gangguan konsentrasi, komunikasi dan kenikmatan kerja sampai pada cacat karena kehilangan daya dengar yang menetap, kualitas kerja serta kesehatan tenaga kerja. Kebisingan juga dapat berpengaruh terhadap kenyamanan pengguna jasa transportasi udara.

Kebisingan yang dihasilkan oleh bunyi dari pesawat terbang terlebih ketika hendak lepas landas maupun ketika hendak mendarat diperkirakan berkisar 120 dB(A) dan sudah sangat sulit ditoleransi oleh telinga manusia (Maekawa & Lord, 1994).

Tempat kerja yang bising dan penuh getaran bisa mengganggu pendengaran dan keseimbangan para pekerja. Gangguan yang tidak dicegah maupun diatasi bisa menimbulkan kecelakaan, baik pada pekerja maupun orang di sekitarnya. Kebisingan bias mengganggu percakapan sehingga mempengaruhi komunikasi yang sedang berlangsung, selain itu dapat menimbulkan gangguan psikologis seperti kejengkelan, kecemasan dan ketakutan. Gangguan psikologis akibat kebisingan tergantung pada intensitas, frekuensi, periode, saat dan lama kejadian, kompleksitas spektrum/kegaduhan dan tidak teraturnya suara kebisingan. Kebisingan dapat menimbulkan gangguan terhadap pekerjaan yang sedang dilakukan seseorang melalui gangguan psikologi dan gangguan konsentrasi sehingga menurunkan produktifitas kerja (Sasongko 2000).

Kebisingan tidak hanya dapat menyebabkan gangguan pendengaran tetapi juga dapat menimbulkan gangguan terhadap mental emosional serta sistem jantung dan peredaran darah. Gangguan mental emosional yaitu berupa terganggunya nyaman kerja, mudah tersinggung, mudah marah. Melalui mekanisme hormonal yaitu dihasilkan hormon *adrenalin*,

sehingga dapat meningkatkan frekuensi detak jantung dan peningkatan tekanan darah. Hal tersebut termasuk gangguan *kardiovaskuler*.

Oleh karena itu, peneliti merasa perlu untuk mengetahui kondisi kebisingan di wilayah Bandara Internasional Kualanamu, Sumatera Utara yang dikelola oleh PT. Angkasa Pura II (Persero).

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Berapa tingkat kebisingan yang disebabkan oleh aktivitas operasional di bandara Kualanamu?
2. Bagaimana peta kontur kebisingan yang dihasilkan dari aktivitas operasional bandara?
3. Upaya apa yang dilakukan untuk mengurangi paparan kebisingan bagi pekerja di sekitar bandara selama jam operasional berlangsung?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengidentifikasi dan memetakan fluktuasi tingkat kebisingan yang disebabkan oleh aktifitas operasional bandara dari sisi darat dan udara.
2. Mengetahui pola kontur kebisingan dan dominasi warna pada setiap area akibat aktifitas bandara terhadap lingkungan sekitar bandara.
3. Menentukan upaya pencegahan dan pengurangan pemaparan kebisingan terhadap pekerja dan lingkungan di sekitar kawasan bandara.

## **1.4 Ruang Lingkup**

Dalam penelitian lapangan ini terdapat ruang lingkup yang digunakan yakni :

1. Penelitian ini dilakukan di wilayah Bandara Internasional Kualanamu, kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara.
2. Pengambilan sampel ini dilakukan ini selama 30 hari, termasuk dengan pengolahan data dan pengumpulan

data sekunder dari kantor administrasi PT.Angkasa Pura II (persero).

3. Pengukuran dari penelitian ini menggunakan alat *Sound Level Meter type NA 20* yang mempunyai *range* pengukuran 30 – 130 dB(A) untuk mengukur tingkat bising, stopwatch untuk menghitung waktu sampling Dan *Global Positioning System* (GPS) untuk menentukan titik kordinat lokasi.
4. Hasil dari pengukuran kebisingan akan di olah menjadi peta kontur dnegan menggunakan *Golden surfer type 8.0*
5. Hasil data nilai kebisingan akan di dibandingkan dengan baku mutu yang telah di tetapkan di KEPMEN LH No.48 tahun 1996.
6. Faktor dominan yang akan diteliti adalah kebisingan udara terhadap aktivitas pekerja dan di kawasan area bandara.
7. Aspek yang akan dikorelasikan terhadap faktor dominan yang mempengaruhi adalah aspek teknis dan kelembagaan.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah dapat menentukan faktor- faktor dominan yang mempengaruhi pekerja bandara dalam memilih strategi upaya pengurangan dampak kebisingan terhadap karyawan dan lingkungan sekitar. Data tersebut dapat digunakan pihak bandara sebagai referensi dalam menentukan kebijakan terkait adaptasi dan solusi menghadapi resiko pekerja yang terpapar bising.

## **BAB II**

### **GAMBARAN UMUM**

#### **2.1 Tentang PT. Angkasa Pura II (Persero)**

PT Angkasa Pura II (Persero), selanjutnya disebut “Angkasa Pura II” atau “Perusahaan” merupakan salah satu Badan Usaha Milik Negara yang bergerak dalam bidang usaha pelayanan jasa kebandarudaraan dan pelayanan jasa terkait bandar udara di wilayah Indonesia Barat. Angkasa Pura II telah mendapatkan kepercayaan dari Pemerintah Republik Indonesia untuk mengelola dan mengupayakan perusahaan Pelabuhan Udara Jakarta Cengkareng yang kini berubah nama menjadi Bandara Internasional Jakarta Soekarno-Hatta serta Bandara Halim Perdanakusuma sejak 13 Agustus 1984. Berikut adalah logo dari PT.Angkasa Pura (Persero).



**Gambar 2. 1 Logo Angkasa Pura**

Sumber : Kualanamu Airport, 2016

Keberadaan Angkasa Pura II berawal dari Perusahaan Umum dengan nama Perum Pelabuhan Udara Jakarta Cengkareng melalui Peraturan Pemerintah Nomor 20 tahun 1984, kemudian pada 19 Mei 1986 melalui Peraturan Pemerintah Nomor 26 tahun 1986 berubah menjadi Perum Angkasa Pura II. Selanjutnya, pada 17 Maret 1992 melalui Peraturan Pemerintah Nomor 14 tahun 1992 berubah menjadi Perusahaan Perseroan (Persero). Seiring perjalanan perusahaan, pada 18 November 2008 sesuai dengan Akta Notaris Silvia Abbas Sudrajat, SH, SpN Nomor 38 resmi berubah menjadi PT Angkasa Pura II (Persero).

## Visi Perusahaan

**“Menjadi pengelola bandar udara kelas dunia yang terkemuka dan professional”.**

Untuk mewujudkan visi tersebut, Angkasa Pura II bertekad melakukan transformasi secara menyeluruh dan bertahap selama lima tahun pertama.



**Gambar 2. 2 Visi KNIA**

Sumber : Kualanamu Airport, 2016

## Misi Perusahaan

- Mengelola jasa bandar udara kelas dunia dengan mengutamakan tingkat keselamatan, keamanan, dan kenyamanan untuk meningkatkan kepuasan pelanggan
- Mengembangkan SDM dan budaya Perusahaan yang berkinerja tinggi dengan menerapkan sistem manajemen kelas dunia
- Mengoptimalkan strategi pertumbuhan bisnis secara menguntungkan untuk meningkatkan nilai pemegang saham serta meningkatkan kesejahteraan karyawan dan pemangku kepentingan lainnya
- Menjalinkan kerjasama yang saling menguntungkan dengan mitra usaha dan mitra kerja serta mengembangkan secara sinergis dalam pengelolaan jasa bandar udara
- Memberikan nilai tambah yang optimal bagi masyarakat dan lingkungan.

### 2.2 Tentang Bandara Udara Internasional Kualanamu

Bandar Udara Internasional Kualanamu (IATA: KNO, ICAO: WIMM) adalah Bandar Udara yang terletak di Kabupaten Deli Serdang, Provinsi Sumatera Utara. Bandara ini terletak 39 km dari kota Medan. Bandara ini adalah Bandara terbesar kedua di Indonesia setelah Bandar Udara Internasional Soekarno-Hatta.

Lokasi Bandara ini dulunya bekas areal perkebunan PT Perkebunan Nusantara II Tanjung Morawa yang terletak di Kecamatan Beringin, Deli Serdang, Sumatera Utara. Pembangunan Bandara ini dilakukan untuk menggantikan Bandar Udara Internasional Polonia yang sudah berusia 85 tahun. Bandara Kualanamu diharapkan dapat menjadi "Main Hub" yaitu pangkalan transit internasional untuk kawasan Sumatera dan sekitarnya. Selain itu, adanya kebijakan untuk melakukan pembangunan Bandara Internasional Kualanamu adalah karena keberadaan Bandar Udara Internasional Polonia di tengah kota Medan yang mengalami keterbatasan Operasional dan sulit untuk dapat dikembangkan serta kondisi fasilitas yang tersedia di Bandar Udara Polonia sudah tidak mampu lagi menampung kebutuhan pelayanan angkutan udara yang cenderung terus meningkat.

#### **Kontak Bandara Internasional Kualanamu**

**Jl. Bandara Internasional Kualanamu, Medan 20157**

**Telp:(62-61)88880300**

**Fax:(62-61)7955146**

**Website: <http://www.kualanamu-airport.co.id>**

#### **2.3 Jenis-Jenis Fasilitas Bandara Udara**

Berikut adalah jenis Fasilitas yang terdapat di Bandara Internasional Kualanamu. :

1. Sisi udara (Air Side)
  - Landas pacu yang mutlak diperlukan pesawat. Panjangnya landas pacu biasanya tergantung dari besarnya pesawat yang dilayani. Untuk bandar udara perintis yang melayani pesawat kecil, landasan cukup dari rumput ataupun tanah diperkeras (stabilisasi). Panjang landasan perintis umumnya 1.200 meter dengan lebar 15 meter, misal melayani Twin Otter, Cessna, dll. pesawat kecil berbaling-baling dua (umumnya cukup 600-800 meter saja). Sedangkan untuk bandar udara yang agak ramai dipakai konstruksi aspal, dengan panjang 1.800 meter dan lebar 20 meter. Pesawat yang dilayani adalah jenis *turbo-prop* atau jet kecil seperti Fokker-27,

Tetuko 234, Fokker-28, dlsb. Pada bandar udara yang ramai, umumnya dengan konstruksi beton dengan panjang 3.600 meter dan lebar 30 meter. Pesawat yang dilayani adalah jet sedang seperti Fokker-100, DC-10, B-747, Hercules, dlsb. Bandar udara internasional terdapat lebih dari satu landasan untukantisipasi ramainya lalu lintas.

- Apron adalah tempat parkir pesawat yang dekat dengan bangunan terminal, sedangkan taxiway menghubungkan apron dan run-way. Konstruksi apron umumnya beton bertulang, karena memikul beban besar yang statis dari pesawat
- Untuk keamanan dan pengaturan, terdapat Air Traffic Controller, berupa menara khusus pemantau yang dilengkapi radio control dan radar.
- Karena dalam bandar udara sering terjadi kecelakaan, maka disediakan unit penanggulangan kecelakaan (air rescue service) berupa peleton penolong dan pemadam kebakaran, mobil pemadam kebakaran, tabung pemadam kebakaran, ambulance, dll. peralatan penolong dan pemadam kebakaran
- Juga ada fuel service untuk mengisi bahan bakar avtur.

## 2. Sisi Darat (Land Side)

- Terminal bandar udara atau *concourse* adalah pusat urusan penumpang yang datang atau pergi. Di dalamnya terdapat counter check-in, (CIQ, Carantine - Immigration - Custom) untuk bandar udara internasional, dan ruang tunggu serta berbagai fasilitas untuk kenyamanan penumpang. Di bandar udara besar, penumpang masuk ke pesawat melalui belalai. Di bandar udara kecil, penumpang naik ke pesawat melalui tangga yang bisa dipindah-pindah.
- Curb, adalah tempat penumpang naik-turun dari kendaraan darat ke dalam bangunan terminal
- Parkir kendaraan, untuk parkir para penumpang dan pengantar/penjemput, termasuk taksi.



## **2.4 Operasi Bandara**

### **Tugas pokok & fungsi sisi udara (Air Side)**

1. Mengatur pergerakan pesawat udara dengan tujuan untuk menghindari adanya tabrakan antara pesawat udara dan pesawat udara dengan obstacle.
2. Mengatur masuknya pesawat udara ke apron dan mengkoordinasikan pesawat udara yang keluar dari apron dengan dinas adc (aerodrome control).
3. Menjamin keselamatan dan kecepatan serta kelancaran pergerakan kendaraan dan pengaturan yang tepat dan baik bagi kegiatan di sisi udara.
4. Menyiapkan aircraft parking standard allocation terlebih dahulu, untuk memudahkan parking dan handling pesawat udara yang bersangkutan.
5. Mengadakan pengaturan terhadap engine run-up, aircraft towing, memonitor start-up clearance yang diberikan control tower untuk meningkatkan keselamatan dan kelancaran lalu lintas di apron.
6. Menyediakan marshaller dan follow me service.
7. Memberikan / menyebarkan informasi kepada operator mengenai hal-hal yang berkaitan dengan adanya suatu kegiatan yang sedang berlangsung yang berpengaruh terhadap kegiatan operasi lalu lintas di apron.
8. Menjamin kebersihan apron dengan melaksanakan dan menetapkan suatu program inspeksi dan standard pencemaran yang ketat.
9. Menyediakan dukungan dan bantuan pesawat udara yang sedang dalam keadaan emergency.

### **Tugas Pokok & Fungsi Sisi Darat (Land Side)**

1. Pelayanan Pelataran Parkir Terminal
2. Pelayanan Fasilitas Terminal, pengecekan dilakukan berkala oleh Terminal Inspektur
3. Pelayanan Penerangan Bandar Udara yang meliputi:
  4. Penerangan Langsung / Tatap Muka
  5. Penjualan Pas Harian Bandara
  6. Telepon Informasi Penerbangan
  7. Operator Sentral Telepon Bandara

8. Flight Information Display System (FIDS) dan Public Address System (PAS) serta Public Information System (PIS)
9. Penerangan Situasi Khusus (VVIP / Emergency)
10. Pelayanan Customers Service Centre (CSC), sebagai frontliner yang menerima komplain dan menindaklanjutinya ke unit relevan.

## **2.5 Jenis-Jenis Pesawat**

Berikut adalah beberapa jenis pesawat yang dimiliki oleh maskapai-maskapai penerbangan komersil yang ada di bandara Internasional Kuala Lumpur :

- Pesawat Boeing 777-300ER
- Pesawat Boeing 747-400
- Pesawat Boeing 737- 300, 400, 500, dan 800
- Pesawat Air bus A330-200,300
- Pesawat Boeing 737-800 NG
- Pesawat ATR 72-600
- Pesawat Bombardier CRJ 1000 NextGen
- Pesawat Airbus A320-200
- Pesawat Airbus A320 Neo
- Pesawat ATR 42-300,
- Pesawat ERJ195-200LR.
- pesawat ATR 72-500

## **2.6 Besaran Nilai Kebisingan Tiap-Tiap Pesawat**

Berdasarkan hasil penelitian nilai EPNL (Effective Perceive Noise Level) yang dilakukan pada 5 jenis pesawat yang biasa di gunakan dalam penerbangan komersil di Indonesia adalah sebagai berikut :

- Boeing 737-900 ER berkisar 99 – 101 EPNdB(A)
- CJR 1000 NG berkisar 99 – 101 EPNdB(A)
- Boeing 738 berkisar 99 – 100 EPNdB(A)
- Boeing 737-200 ER berkisar 98 – 102 EPNdB(A)
- ATR berkisar 96 – 98 EPNdB(A)

## 2.7 Jadwal Penerbangan

Berikut ini adalah jadwal dan jumlah penerbangan yang terdapat di Bandara Internasional Kualanamu :

**Tabel 2. 1 Jadwal Penerbangan Pesawat**

WAKTU	JUMAT 17 JUNI 2016			SABTU 18 JUNI 2016			MINGGU 19 JUNI 2016			SENIN 20 JUNI 2016			SELASA 21 JUNI 2016			RABU 22 JUNI 2016			KAMIS 23 JUNI 2016		
	TAKE OFF	LAND ING	TOT AL	TAKE OFF	LANDI NG	TOT AL	TAKE OFF	LANDI NG	TOT AL	TAKE OFF	LANDI NG	TOTA L	TAKE OFF	LANDI NG	TOT AL	TAKE OFF	LANDIN G	TOT AL	TAKE OFF	LANDI NG	TOTA L
01.00																					
02.00																					
03.00																					
04.00																					
05.00	4		4	3	1	4	3	1	4	4		4	4		4	4		4	4		4
06.00	7		7	6		6	5		5	7		7	4		4	4		4	5		5
07.00	8	4	12	6	4	10	8	4	12	6	4	10	7	4	11	8	7	15	8	5	13
08.00	13	12	25	9	15	24	9	14	23	13	12	25	13	11	24	16	12	28	11	8	19
09.00	9	11	20	5	10	15	5	11	16	9	6	15	8	8	16	9	9	18	8	7	15
10.00	9	8	17	6	9	15	7	11	18	9	8	17	10	7	17	9	8	17	10	5	15
11.00	6	10	16	8	10	18	7	9	16	6	10	16	6	10	16	6	10	16	6	8	14
12.00	12	12	24	11	11	22	11	9	20	11	11	22	11	12	23	11	10	21	11	9	20
13.00	8	4	12	6	6	12	5	7	12	8	4	12	8	4	12	7	4	11	8	4	12
14.00	6	5	11	6	5	11	6	4	10	6	6	12	7	5	12	5	4	9	5	5	10
15.00	6	11	17	6	13	19	6	12	18	7	11	18	8	10	18	7	10	17	8	8	16
16.00	6	6	12	3	8	11	3	6	9	6	5	11	5	8	13	6	5	11	5	7	12
17.00	2	6	8	2	7	9	2	8	10	4	7	11	3	7	10	3	7	10	4	7	11
18.00	5	9	14	5	9	14	5	11	16	6	10	16	7	10	17	7	8	15	7	7	14
19.00	3	9	12	3	10	13	2	10	12	4	10	14	4	10	14	4	9	13	4	8	12
20.00	5	2	7	5	2	7	5	4	9	7	2	9	7	2	9	7	2	9	7		7
21.00		2	2		2	2		2	2		2	2		2	2		2	2		1	1
22.00		3	3		3	3		3	3		3	3		4	4		4	4		3	3
23.00																					
24.00																1		1		1	1
TOTAL			223			215			215			224			226			225			204

Sumber : Kualanamu Airport, 2016

***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***

## **BAB III**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **3.1 Pengertian Kebisingan**

Kebisingan berasal dari kata bising yang artinya semua bunyi yang mengalihkan perhatian, mengganggu, atau berbahaya bagi kegiatan sehari-hari, bising umumnya didefinisikan sebagai bunyi yang tidak diinginkan dan juga dapat menyebabkan polusi lingkungan. (Davis Cornwell.1998).

Bunyi didengar sebagai rangsangan-rangsangan pada sel saraf pendengar dalam telinga oleh gelombang longitudinal yang ditimbulkan getaran dari sumber bunyi atau suara dan gelombang tersebut merambat melalui media udara atau penghantar lainnya, dan manakala bunyi atau suara tersebut tidak dikehendaki oleh karena mengganggu atau timbul di luar kemauan orang yang bersangkutan, maka bunyi atau suara yang demikian dinyatakan sebagai kebisingan. (Suma'mur, 2009)

Kebisingan adalah semua suara yang tidak dikehendaki yang bersumber dari alat-alat proses produksi dan atau alat-alat kerja yang pada tingkat tertentu dapat menimbulkan gangguan pendengaran (Kepmenaker 51/MEN/1999).

Kebisingan adalah bunyi yang tidak dikehendaki karena tidak sesuai dengan konteks ruang dan waktu sehingga dapat menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan (Kep. MenLH. NO. 48 Tahun 1996), atau semua suara yang tidak dikehendaki yang bersumber dari alat- alat proses produksi dan atau alat-alat kerja pada tingkat tertentu dapat menimbulkan gangguan pendengaran (Kep. MenNaker. No. 51 Tahun 1999).

Bunyi yang menimbulkan kebisingan disebabkan oleh sumber suara yang bergetar. Getaran sumber suara ini mengganggu keseimbangan molekul-molekul udara di sekitarnya sehingga molekul molekul udara di sekitarnya ikut bergetar. Getaran sumber ini menyebabkan terjadinya gelombang rambatan energy mekanis dalam medium udara menurut pola rambatan longitudinal. Rambatan gelombang di udara ini dikenal sebagai suara atau bunyi (Sasongko dkk 2000).

### 3.2 Sifat dan Jenis Kebisingan

Berdasarkan sifat-sifatnya, kebisingan dapat dikelompokkan menjadi beberapa jenis (Suma'mur, 2009), yaitu :

1. Kebisingan kontinyu dengan spektrum frekuensi yang luas (*steady state, wide band noise*), misalnya kebisingan yang berasal dari mesin-mesin, kipas angin, dan lain-lain.
2. Kebisingan kontinyu dengan spektrum frekuensi yang sempit (*steady state, narrow band noise*), misalnya kebisingan yang berasal dari gergaji sirkuler, katup kipas, dan lain-lain.
3. Kebisingan terputus-putus (*Intermittent*), misalnya kebisingan yang berasal dari lalu lintas, suara pesawat terbang, dan lain-lain.
4. kebisingan impulsive (*impact or impulsive noise*), misalnya kebisingan yang berasal dari pukulan palu, tembakan pistol, ledakan meriam, dan lain-lain.
5. Kebisingan impulsive berulang, misalnya mesin tempa di perusahaan.

Menurut Tambunan (2005) klasifikasi kebisingan di tempat kerja dibagi dalam dua jenis golongan besar, yaitu :

1. Kebisingan tetap (*steady noise*), yang terbagi menjadi dua yaitu :
  - Kebisingan dengan frekuensi terputus (*discrete frequency noise*),
  - Broad band noise, kebisingan yang terjadi pada frekuensi terputus yang lebih bervariasi.
2. Kebisingan tidak tetap (*unsteady noise*), yang terbagi menjadi tiga yaitu
  - Kebisingan fluktuatif (*fluctuating noise*), kebisingan yang selalu berubah-ubah selama rentang waktu tertentu.
  - *Intermittent noise*, kebisingan yang terputus-putus dan besarnya dapat berubah-ubah, contoh kebisingan lalu lintas.
  - *Impulsive noise*, dihasilkan oleh suara-suara berintensitas tinggi (memekakkan telinga) dalam waktu relatif singkat, misalnya suara ledakan senjata api.

Badan kesehatan dunia (WHO) melaporkan tahun 1988 terdapat 8-12 % penduduk dunia menderita dampak kebisingan dalam berbagai bentuk. Angka ini diperkirakan akan terus meningkat (Annie, Yusuf, 2000) dalam (Cholidah, 2006).

Suara di tempat kerja berubah menjadi salah satu bahaya kerja (occupational hazard) saat keberadaannya dirasakan mengganggu atau tidak diinginkan secara :

- a. Fisik (menyakitkan telinga pekerja).
- b. Psikis (mengganggu konsentrasi dan kelancaran komunikasi).

Saat situasi tersebut terjadi, status suara berubah menjadi polutan dan identitas suara berubah menjadi kebisingan (noise). Kebisingan di tempat kerja menjadi bahaya kerja bagi sistem penginderaan manusia, dalam hal ini bagi sistem pendengaran (hearing loss).

Dalam bahasa K3 (Kesehatan dan Keselamatan Kerja), National Institute of Occupational Safety & Health (NIOSH) telah mendefinisikan status suara atau kondisi kerja dimana suara berubah menjadi polutan secara lebih jelas, yaitu :

- a. Suara-suara dengan tingkat kebisingan lebih besar dari 104 dB (A).
- b. Kondisi kerja yang mengakibatkan seorang karyawan harus menghadapi tingkat kebisingan lebih besar dari 85 dB(A) selama lebih dari 8 jam (maksimum 85 dB (A)).

Selama 8 jam TWA atau Time Weighted Average yang ditetapkan oleh NIOSH sebagai Recommended Exposure Limit, (REL) (Alwi, 2008).

### **3.3 Sumber Kebisingan**

Menurut Dirjen PPM dan PL, DEPKES dan KESSOS RI, 2000 dalam Subaris dan Haryono (2008) sumber kebisingan dibedakan menjadi tiga yaitu:

#### **1. Bising Industri**

Industri besar termasuk di dalamnya pabrik, bengkel dan sejenisnya. Bising industri dapat dirasakan oleh karyawan maupun masyarakat di sekitar industri dan juga setiap orang yang secara tidak sengaja berada di sekitar industri tersebut. Sumber kebisingan bising industri dapat diklasifikasikan menjadi 3 macam, yaitu :

- a. Mesin : Kebisingan yang ditimbulkan oleh mesin.
  - b. Vibrasi : Kebisingan yang ditimbulkan oleh akibat getaran yang ditimbulkan akibat gesekan, benturan atau ketidakseimbangan gerakan bagian mesin. Terjadi pada roda gigi, roda gila, batang torsi, piston, *fan*, dan lain-lain.
  - c. Pergerakan udara, gas dan cairan : Kebisingan ini ditimbulkan akibat pergerakan udara, gas, dan cairan dalam kegiatan proses kerja industri misalnya pada pipa penyalur cairan gas, *outlet* pipa, gas buang, dan lain-lain.
2. Bising Rumah Tangga  
Bising disebabkan oleh rumah tangga dan tidak terlalu tinggi tingkat kebisingannya, misalnya pada saat proses masak di dapur.
  3. Bising Spesifik  
Bising yang disebabkan oleh kegiatan-kegiatan khusus, misalnya pemasangan tiang pancang tol atau bangunan.

### 3.4 Tingkat Kebisingan

Terdapat dua karakteristik utama yang menentukan kualitas suatu bunyi atau suara, yaitu frekuensi dan intensitasnya. Frekuensi dinyatakan dalam jumlah getaran per detik dengan satuan Herz (Hz), yaitu jumlah gelombang bunyi yang sampai di telinga setiap detiknya. Sesuatu benda jika bergetar menghasilkan bunyi atau suara dengan frekuensi tertentu yang merupakan ciri khas dari benda tersebut. Biasanya suatu kebisingan terdiri atas campuran sejumlah gelombang sederhana dari aneka frekuensi. Nada suatu kebisingan ditentukan oleh frekuensi getaran (Suma'mur, 2009).

Intensitas atau arus energi per satuan luas biasanya dinyatakan dalam suatu satuan logaritmis yang disebut desibel dB (A). dengan memperbandingkannya dengan kekuatan standar 0,0002 dine (dyne) /cm<sup>2</sup> yaitu kekuatan bunyi dengan frekuensi 1000 Hz yang tepat didengar oleh telinga normal (Suma'mur, 2009).

Karena ada kisaran sensitivitas, telinga dapat mentoleransi bunyi-bunyi yang lebih keras pada frekuensi yang lebih rendah dibanding pada frekuensi tinggi. Kisaran kurva-kurva pita oktaf



dikenal sebagai kurva tingkat kebisingan (NR = *noise rating*) pernah dibuat untuk menyatakan analisis pita oktaf yang dianjurkan pada berbagai situasi. Kurva bising yang diukur yang terletak dekat di atas pita analisis menyatakan NR kebisingan tersebut (Harrington dan Gill, 2005).

Menurut SK Dirjen P2M dan Penyehatan Lingkungan Pemukiman Departemen Kesehatan RI Nomor 70-1/PD.03.04.Lp, (Petunjuk Pelaksanaan Pengawasan Kebisingan yang Berhubungan dengan Kesehatan Tahun 1992, 1994/1995), tingkat kebisingan diuraikan sebagai berikut :

1. Tingkat kebisingan sinambung setara (*Equivalent Continuous Noise Level=Leq*) adalah tingkat kebisingan terus menerus (*steady noise*) dalam ukuran dB (A), berisi energi yang sama dengan energi kebisingan terputus-putus dalam satu periode atau interval waktu pengukuran.
2. Tingkat kebisingan yang dianjurkan dan maksimum yang diperbolehkan adalah rata-rata nilai modulus dari tingkat kebisingan pada siang, petang dan malam hari.
3. Tingkat ambien kebisingan (*Background noise level*) atau tingkat latar belakang kebisingan adalah rata-rata tingkat suara minimum dalam keadaan tanpa gangguan kebisingan pada tempat dan saat pengukuran dilakukan, jika diambil nilainya dari distribusi statistik adalah 95% atau L-95.

Menurut Wisnu dalam Subaris dan Haryono (2008) sumber bunyi dilihat dari sifatnya dibagi menjadi dua, yaitu:

1. Sumber kebisingan statis seperti pabrik, mesin, *tape* dan lain-lain.
2. Sumber kebisingan dinamis seperti mobil, pesawat terbang, kapal laut dan lainnya

### **3.5 Nilai Ambang Batas (NAB) Intensitas kebisingan**

Nilai Ambang Batas (NAB) kebisingan sebagai faktor bahaya di tempat kerja adalah standar faktor tempat kerja yang dapat diterima tenaga kerja tanpa mengakibatkan penyakit atau gangguan kesehatan dalam pekerjaan sehari-hari untuk waktu tidak melebihi 8 jam sehari dan 5 hari kerja seminggu atau 40 jam seminggu. (KEPMENAKER No. Kep.51/MEN/1999).

Nilai Ambang Batas kebisingan adalah intensitas suara tertinggi yang merupakan nilai rata-rata yang masih dapat diterima tenaga kerja tanpa mengakibatkan hilangnya daya dengar yang menetap untuk waktu kerja 8 jam sehari dan 40 jam seminggu.

Sesuai dengan Keputusan Menteri Tenaga kerja No. Kep.51/MEN/1999, tanggal 16 april 1999 tentang nilai ambang batas kebisingan ditempat kerja adalah 85 dB (A), dan merupakan standar dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) 16-7063-2004 Nilai Ambang Batas iklim kerja (panas), kebisingan, getaran tangan-lengan dan radiasi sinar ultra ungu di tempat kerja. SNI dimaksud juga memberikan informasi tentang pengendalian kebisingan yang dilakukan sehubungan dengan tingkat paparan sebagaimana substansinya dimuat pada Tabel 1 yang mengatur lamanya waktu paparan terhadap tingkat intensitas (Suma'mur, 2009).

Untuk menjadikan 85 dB (A) sebagai ketentuan NAB dalam peraturan perundang-undangan dan kemudian standar dalam SNI diperlukan waktu lebih dari 30 tahun. Perhatian dan keinginan untuk memiliki standar nasional NAB kebisingan telah ada sejak pertengahan tahun 1970an. Semula ada tiga pendapat tentang nilai yang merupakan alternatif untuk dipilih yaitu 80, 85 dan 90 dB (A).

Ketiga pilihan ini tidak saja menjadi persoalan di Indonesia, melainkan juga pada negara-negara lain yang sulit untuk mendapat kesepakatan tentang pilihan yang paling dapat diterima. Pendapat yang berbeda tercermin pula dari kriteria resiko kerusakan pendengaran yang menampilkan 3 (tiga) alternative sebagaimana dimaksud yang mencakup frekuensi kebisingan dari 240-4.000 Hz. Mengingat bahwa 85 dB (A) adalah intensitas yang sepadan dengan frekuensi 500-2.000 Hz yaitu daerah pendengaran untuk pembicaraan maka sangat bijak untuk menetapkan 85 dB (A) sebagai NAB kebisingan.

Standar kebisingan berdasarkan Surat Keputusan Menteri Tenaga Kerja No. Kep.51/MEN/1999 dikenal sebagai hukum 3 dB (A) adalah sebagai berikut :

**Tabel 3. 1 Nilai Ambang Batas Kebisingan**

Waktu Pemajanan per hari		Intensitas Kebisingan dalam dB (A).
8	jam	85
4		88
2		91
1		94
30	menit	97
15		100
7,5		103
3,75		106
1,88		109
0,94		112
28,12	detik	115
14,06		118
7,03		121
3,52		124
1,76		127
0,88		130
0,44		133
0,22		136
0,11		139

CATATAN : tidak boleh terpajan lebih dari 140 dB (A), walaupun sesaat

Sumber : Surat Keputusan Menteri Tenaga Kerja No. Kep.51/MEN/1999

### **BAKU TINGKAT KEBISINGAN**

Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. KEP-48/MNLH/11/1996 tanggal 25 Nopember 1996

**Tabel 3. 2 Nilai Baku Mutu Kebisingan**

Peruntukan Kawasan/Lingkungan Kegiatan			Tingkat Kebisingan
			dB (A)
a.	Peruntukan Kawasan		
	1.	Perumahan dan Pemukiman	55
	2.	Perdagangan dan Jasa	70
	3.	Perkantoran dan Perdagangan	65
	4.	Ruang Terbuka Hijau	50
	5.	Industri	70
	6.	Pemerintahan dan Fasilitas Umum	60
	7.	Rekreasi	70
	8.	Khusus:	
		- Bandar Udara	*
		- Stasiun Kereta Api	*
		- Pelabuhan Laut	70
		- Cagar Budaya	60
b.	Lingkungan Kegiatan		
	1.	Rumah Sakit atau sejenisnya	55
	2.	Sekolah atau sejenisnya	55
	3.	Tempat ibadah atau sejenisnya	55

Keterangan :

\*) disesuaikan dengan ketentuan Menteri Perhubungan

Sumber : KEP-48/MNLH/11/1996 tanggal 25 Nopember 1996

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia nomor 40 tahun 2012 tentang Pembangunan Dan Pelestarian Lingkungan Hidup Bandar Udara baku mutu nilai tingkat kebisingan yang diperbolehkan adalah 80 dB (A).

Standar kebisingan menurut Departemen Kesehatan (DEPKES) yang mengacu pada Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.718/Men/Kes/Per/XI/1987 tentang kebisingan yang berhubungan dengan kesehatan.

1) Bab I tentang Ketentuan Umum Pembagian Zona

- Zona A

Diperuntukkan bagi tempat penelitian, rumah sakit, tempat perawatan kesehatan dan sejenisnya.

- Zona B

Diperuntukkan bagi perumahan, tempat rekreasi dan sejenisnya.

- Zona C

Diperuntukkan bagi perkantoran, pertokoan, perdagangan, pasar, dan sejenisnya.

- Zona D

Diperuntukkan bagi industri, pabrik, stasiun kereta api, terminal bis dan sejenisnya.

Berikut adalah tabel tentang Syarat-Syarat nilai tingkat Kebisingan berdasarkan zona :

**Tabel 3. 3 Nilai Tingkat Kebisingan Berdasarkan Zona**

No	Zona	Tingkat Kebisingan	
		Maksimum yang dianjurkan	Maksimum yang diperbolehkan
1	A	35	45
2	B	45	55
3	C	50	60
4	D	60	70

Sumber : Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.718/Men/Kes/Per/XI/1987

Sedangkan menurut IATA (*International Air Transportation Association*) kebisingan dibagi menjadi 4 zona yaitu :

- Zona A : intensitas . 150 dB (A). Daerah berbahaya dan harus dihindari
- Zona B : intensitas 135-150 dB (A). Individu yang terpapar perlu memakai pelindung telinga (earmuff dan earplug)
- Zona C : Intensitas 115-135 dB (A). Perlu memakai earmuff
- Zona D :Intensitas 100 – 115 dB (A). Perlu memakai earplug

Adpun nilai ambang batas kebisingan dilingkungan kerja diatur oleh surat keputusan menteri Menaker No. KEP – 51/MEN/1999.

### 3.6 Pengukuran Kebisingan

Pada pengukuran kebisingan ini *Sound Level Meter* Alat tersebut dapat mengukur intensitas kebisingan antara 40-130 dB (A) pada frekuensi antara 20-20.000 Hz. Sebelum dilakukan pengukuran harus dilakukan *contour map* lokasi sumber suara dan sekitarnya. Selanjutnya *Sound Level Meter* pada ketinggian  $\pm$  140-150 meter atau setinggi telinga (Tarwaka, 2004).

Menurut Suma'mur (2009) maksud pengukuran kebisingan adalah

- Memperoleh data tentang frekuensi dan intensitas kebisingan di perusahaan atau di mana saja.
- Menggunakan data hasil pengukuran kebisingan untuk mengurangi intensitas kebisingan tersebut, sehingga tidak menimbulkan gangguan dalam rangka upaya konservasi pendengaran tenaga kerja, atau perlindungan masyarakat atau tujuan lainnya.
- Alat utama dalam pengukuran kebisingan adalah *Sound Level Meter*. Alat ini mengukur kebisingan pada intensitas 30-130 dB (A) dan dari frekuensi 20-20.000 Hz. Suatu sistem kalibrasi terdapat dalam alat itu sendiri, kecuali untuk kalibrasi *mikrofon* diperlukan pengecekan dengan kalibrasi tersendiri. Sebagai alat kalibrasi dapat dipakai pengeras suara yang kekuatan suaranya dapat diatur oleh *amplifier* atau suatu *piston phone* dibuat untuk maksud kalibrasi tersebut, yang tergantung dari tekanan udara, sehingga perlu koreksi berdasarkan atas perbedaan tekanan barometer. Kalibrator dengan intensitas tinggi 125 dB (A) lebih disukai, oleh karena alat pengukur intensitas kebisingan demikian mungkin dipakai untuk mengukur kebisingan yang intensitasnya tinggi.
- Sebagaimana telah dinyatakan untuk mengukur intensitas dan menentukan frekuensi kebisingan diperlukan peralatan khusus yang berbeda bagi jenis kebisingan dimaksud. Jika tujuan dari pengukuran kebisingan hanya untuk mengendalikan kebisingan,

seperti misalnya untuk melakukan isolasi mesin atau pemasangan perlengkapan dinding yang mengabsorpsi suara atau pemilihan alat pelindung telinga, pengukuran tidak perlu selengkap sebagaimana dimaksudkan dalam rangka lokalisasi secara tepat sumber kebisingan pada suatu mesin dengan tujuan memodifikasi mesin tersebut, melalui pembuatan desain yang dipakai dasar konstruksi bentuk mesin dengan tingkat kebisingan (Suma'mur, 2009).

- Faktor lainnya yang menentukan pemilihan alat pengukur kebisingan adalah tersedianya tenaga pelaksana untuk melakukan pengukuran terhadap kebisingan dan juga waktu yang dialokasikan untuk hal tersebut. Sebagaimana sering dialami kenyataan bahwa lebih disenangi pengumpulan data tentang kebisingan secara merekamnya (*recording*) yang kemudian data rekaman dibawa ke laboratorium untuk dilakukan analisis (Suma'mur, 2009).

### **3.7 Metode Pengolahan Data GOLDEN SURFER 8**

Surfer adalah salah satu perangkat lunak yang digunakan untuk pembuatan peta kontur dan pemodelan tiga dimensi yang berdasarkan pada grid. Perangkat lunak ini melakukan plotting data tabular XYZ tak beraturan menjadi lembar titik-titik segi empat (grid) yang beraturan. Grid adalah serangkaian garis vertikal dan horisontal yang dalam Surfer berbentuk segi empat dan digunakan sebagai dasar pembentuk kontur dan surface tiga dimensi. Garis vertikal dan horisontal ini memiliki titik-titik perpotongan. Pada titik perpotongan ini disimpan nilai Z yang berupa titik ketinggian atau kedalaman. Gridding merupakan proses pembentukan rangkaian nilai Z yang teratur dari sebuah data XYZ. Hasil dari proses gridding ini adalah file grid yang tersimpan pada file .grd. (Wilianto,2014)

Untuk sistem operasi dan perangkat keras, surfer tidak mensyaratkan perangkat keras ataupun sistem operasi yang tinggi. Oleh karena itu surfer relatif mudah dalam aplikasinya. Surfer bekerja pada sistem operasi Windows 9x dan Windows NT. Berikut adalah spesifikasi minimal untuk aplikasi Surfer: Tersedia ruang untuk program minimal 4

MB.Menggunakan sistem operasi Windows 9.x atau Windows NT.RAM minimal 4 MB.Monitor VGA atau SVGA. (Wilianto,2014)

Pemasangan program surfer (instal) , Masukkan master program Surfer pada CD ROM atau media lain.Buka melalui eksplorer dan klik doble pada Setup. Surfer menanyakan lokasi pemasangan.Jawab drive yang diinginkan. Jawab pertanyaan selanjutnya dengan Yes. (Wilianto,2014)

Lembar Kerja Surfer Lembar kerja Surfer terdiri dari tiga bagian, yaitu:Surface plot,Worksheet,Editor.

- Surface plot

Surface plot adalah lembar kerja yang digunakan untuk membuat peta atau file grid. Pada saat awal dibuka, lembar kerja ini berada pada kondisi yang masih kosong. Pada lembar plot ini peta dibentuk dan diolah untuk selanjutnya disajikan. Lembar plot digunakan untuk mengolah dan membentuk peta dalam dua dimensional, seperti peta kontur, dan peta tiga dimensional seperti bentukan muka tiga dimensi.Lembar plot ini menyerupai lembar layout di mana operator melakukan pengaturan ukuran,teks, posisi obyek, garis, dan berbagai properti lain. Pada lembar ini pula diatur ukuran kertas kerja yang nanti akan digunakan sebagai media pencetakan peta. (Wilianto,2014)

- Worksheet

Worksheet merupakan lembar kerja yang digunakan untuk melakukan input data XYZ. Data XYZ adalah modal utama dalam pembuatan peta pada surfer. Dari data XYZ ini dibentuk file grid yang selanjutnya diinterpolasikan menjadi peta-peta kontur atau peta tiga dimensi. Lembar worksheet memiliki antarmuka yang hampir mirip dengan lembar kerja MS Excel. Worksheet pada Surfer terdiri dari sel-sel yang merupakan perpotongan baris dan kolom. Data yang dimasukkan dari worksheet ini akan disimpan dalam file .dat. (Wilianto,2014)

- Editor

Jendela editor adalah tempat yang digunakan untuk membuat atau mengolah file teks ASCII. Teks yang dibuat dalam jendela editor dapat dikopi dan ditempel dalam jendela plot. Kemampuan ini memungkinkan penggunaan sebuah kelompok teks yang sama untuk dipasang pada berbagai peta :

Jendela editor juga digunakan untuk menangkap hasil perhitungan volume. Sekelompok teks hasil perhitungan volume



file grid akan ditampilkan dalam sebuah jendela editor. Jendela tersebut dapat disimpan menjadi sebuah file ASCII dengan ekstensi .txt. (Wilianto,2014)

- Overlay peta kontur

Overlay peta kontur dimaksudkan adalah menampakkkan sebuah peta kontur dengan sebuah data raster, atau sebuah peta kontur dengan model tiga dimensi. Overlay ini memudahkan analisis sebuah wilayah dalam kaitannya dengan kontur atau bentuk morfologi lahan setempat. (Wilianto,2014)

Kontur adalah garis khayal yang menghubungkan titik-titik yang mempunyai ketinggian yang sama. Kontur ini dapat memberikan informasi relief, baik secara relatif, maupun secara absolute. Informasi relief secara relatif ini, diperlihatkan dengan menggambarkan garis-garis kontur secara rapat untuk daerah terjal, sedangkan untuk daerah yang landai dapat di perlihatkan dengan menggambarkan garis-garis tersebut secara renggang. (Wilianto,2014)

Informasi relief secara absolute, diperlihatkan dengan cara menuliskan nilai kontur yang merupakan ketinggiangaris tersebut diatas suatu bidang acuan tertentu. Bidang acuan yang umum digunakan adalah bidang permukaan laut rata-rata. Interval kontur ini sama dengan beda tinggi antar kedua kontur. Interval sangat bergantung kepada skala peta, juga pada relief permukaan. (Wilianto,2014)

#### Interpolasi Titik Kontur

Garis kontur adalah garis khayal dilapangan yang menghubungkan titik dengan ketinggian yang sama atau garis kontur adalah garis kontinyu diatas peta yang memperlihatkan titik-titik diatas peta dengan ketinggian yang sama. Nama lain garis kontur adalah garis tranches, garis tinggi dan garis tinggi horizontal. Garis kontur + 25 m, artinya garis kontur ini menghubungkan titik-titik yang mempunyai ketinggian sama + 25 m terhadap tinggi tertentu. Garis kontur disajikan di atas peta untuk memperlihatkan naik turunnya keadaan permukaan tanah. (Wilianto,2014)

Aplikasi lebih lanjut dari garis kontur adalah untuk memberikan informasi slope (kemiringan tanah rata-rata), irisan profil memanjang atau melintang permukaan tanah terhadap jalur

proyek (bangunan) dan perhitungan galian serta timbunan (cut and fill) permukaan tanah asli terhadap ketinggian vertikal garis atau bangunan. Garis kontur dapat dibentuk dengan membuat proyeksi tegak garis-garis perpotongan bidang mendatar dengan permukaan bumi ke bidang mendatar peta. Karena peta umumnya dibuat dengan skala tertentu, maka untuk garis kontur ini juga akan mengalami pengecilan sesuai skala peta. (Wilianto,2014)\

Garis-garis kontur merupakan cara yang banyak dilakukan untuk melukiskan bentuk permukaan tanah dan ketinggian pada peta, karena memberikan ketelitian yang lebih baik. Cara lain untuk melukiskan bentuk permukaan tanah yaitu dengan cara hachures dan shading.

Garis kontur memiliki sifat sebagai berikut :

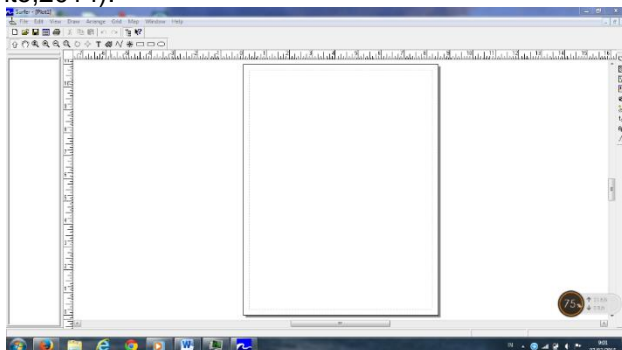
- a) Berbentuk kurva tertutup.
- b) Tidak bercabang.
- c) Tidak berpotongan.
- d) Menjorok ke arah hulu jika melewati sungai.
- e) Menjorok ke arah jalan menurun jika melewati permukaan jalan.
- f) Tidak tergambar jika melewati bangunan.
- g) Garis kontur yang rapat menunjukkan keadaan permukaan tanah yang terjal.
- h) Garis kontur yang jarang menunjukkan keadaan permukaan yang landai
- i) Penyajian interval garis kontur tergantung pada skala peta yang disajikan, jika datar maka interval garis kontur tergantung pada skala peta yang disajikan, jika datar maka interval garis kontur adalah  $1/1000$  dikalikan dengan nilai skala peta , jika berbukit maka interval garis kontur adalah  $1/500$  dikalikan dengan nilai skala peta dan jika bergunung maka interval garis kontur adalah  $1/200$  dikalikan dengan nilai skala peta.
- j) Penyajian indeks garis kontur pada daerah datar adalah setiap selisih 3 garis kontur, pada daerah berbukit setiap selisih 4 garis kontur sedangkan pada daerah bergunung setiap selisih 5 garis kontur.
- k) Satu garis kontur mewakili satu ketinggian tertentu.
- l) Garis kontur berharga lebih rendah mengelilingi garis kontur yang lebih tinggi.

- m) Rangkaian garis kontur yang berbentuk huruf "U" menandakan punggung gunung.
- n) Rangkaian garis kontur yang berbentuk huruf "V" menandakan suatu lembah/jurang (Wilianto,2014)

## PENGUNAAN SURFER 8.0

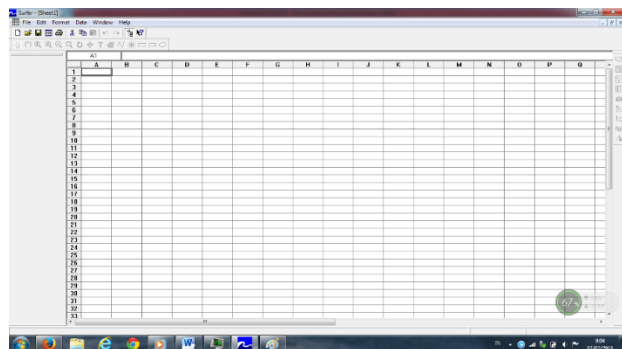
Langkah membuat kontur secara sederhana yaitu:

- Buka program surfer (bisa dengan double klik) maka tampilan awalnya akan seperti gambar dibawah ini (Wilianto,2014):



**Gambar 3. 1 Langkah Pertama Ploting Kontur di Surfer**  
Selanjutnya klik File – New – Worksheet ( Ctrl +W )

- 

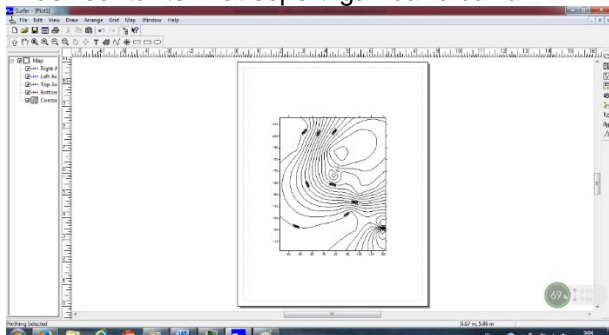


**Gambar 3. 2 Langkah Kedua Ploting Kontur di Surfer**

Jika anda berhasil membuka worksheet maka akan keluar tabel seperti saat anda membuka MS. Excel :

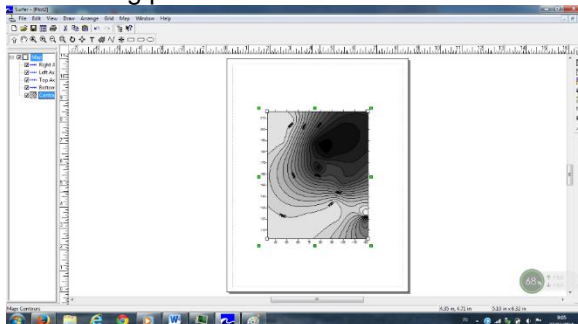
untuk selanjutnya tinggal masukkan data anda sesuai koordinat x, y, dan z

- Setelah Save worksheet maka kembali ke menu plot (sebelah worksheet kita tadi) terus masuk klik menu grid-data- pilih nama worksheet kita tadi co: latihan.bln (bln itu format penyimpanannya jadi g usah ditulis waktu nyimpan)
- Sedangkan untuk menampilkan gambar konturnya klik menu Map – New – Contour Map – pilih file dengan nama latihan.
- Hasil contour terlihat seperti gambar dibawah :



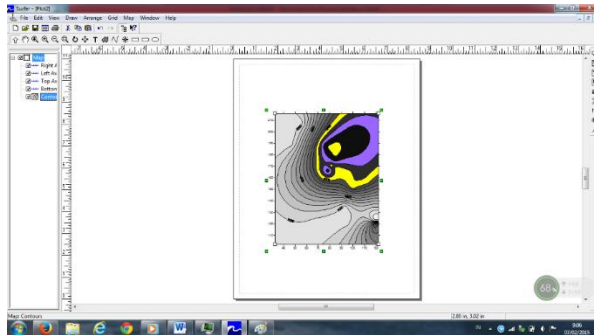
**Gambar 3. 3 Langkah Ketiga Ploting Kontur Di Surfer**

- Nah sedangkan untuk mewarnai kontur tersebut dapat dilakukan dengan klik gambar kontur lalu klik kanan – properties – general – centang pada tulisan fill contour :



**Gambar 3. 4 Langkah Keempat Ploting Kontur di Surfer**

- Lalu ubah juga levelnya sesuai dengan warna yang dikehendaki dan hasilnya dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



**Gambar 3. 5 Langkah Kelima Ploting Kontur di Surfer**

### **3.8 Dampak Kebisingan**

Kebisingan dapat menyebabkan berbagai gangguan terhadap tenaga kerja, seperti gangguan fisiologis, komunikasi, dan gangguan pendengaran/ketulian atau ada yang menggolongkan gangguannya berupa gangguan auditori, misalnya gangguan terhadap pendengaran dan gangguan non auditori seperti komunikasi terganggu, ancaman bahaya keselamatan, menurunnya *performance* kerja, kelelahan, dan stress (Buchari, 2007).

Lebih rinci lagi dampak kebisingan terhadap kesehatan tenaga kerja adalah sebagai berikut (Buchari, 2007) :

a. **Gangguan Fisiologis**

Gangguan dapat berupa peningkatan tekanan darah, peningkatan denyut nadi, basal metabolisme, retriksi pembuluh darah kecil terutama pada bagian kaki, dapat menyebabkan pucat, dan gangguan sensoris.

b. **Gangguan Psikologis**

Gangguan psikologis dapat berupa rasa tidak nyaman, kurang konsentrasi, susah tidur, emosi, dan lain-lain. Paparan dalam jangka waktu lama dapat menimbulkan penyakit psikosomatik antara lain; gastristik, penyakit jantung koroner, dan lain-lain.

c. **Gangguan Komunikasi**

Gangguan komunikasi ini menyebabkan terganggunya pekerjaan, bahkan mungkin terjadi kesalahan, terutama bagi pekerja baru yang belum berpengalaman. Gangguan komunikasi ini secara tidak langsung akan

mengakibatkan bahaya terhadap keselamatan dan kesehatan tenaga kerja karena tidak mendengarkan teriakan atau isyarat tanda bahaya yang tentunya akan dapat menurunkan mutu pekerjaan dan produktivitas kerja

d. Gangguan Keseimbangan

Gangguan keseimbangan ini mengakibatkan gangguan fisiologis seperti kepala pusing, mual, dan lain-lain.

e. Gangguan Terhadap Pendengaran (Ketulian)

Diantara sekian banyak gangguan yang ditimbulkan oleh bising, gangguan terhadap pendengaran adalah gangguan yang paling serius karena dapat menyebabkan hilangnya pendengaran atau ketulian. (Buchari, 2007).

Kerusakan pendengaran karena kebisingan sebenarnya adalah kerusakan pada indera pendengaran dengan risiko penurunan daya dengar yang akhirnya dapat menjadi tuli menetap yang tidak dapat disembuhkan. Oleh karena itu, menghindari kebisingan yang berlebihan adalah satu-satunya cara yang tepat untuk mencegah kerusakan pendengaran. Namun dalam suatu proses produksi hal ini tidak dapat dilaksanakan (Cholidah, 2006).

### **3.9 Macam-macam APD (Alat Pelindung Diri)**

Pemakaian alat pelindung diri merupakan pilihan terakhir yang harus dilakukan. Alat pelindung diri yang dipakai harus mampu mengurangi kebisingan hingga mencapai level TWA atau kurang dari itu, yaitu 85 dB (A). Ada 3 jenis alat pelindung pendengaran, yaitu :

- Sumbat telinga (Earplug), dapat mengurangi kebisingan 8 – 30 dB (A). Biasanya digunakan untuk proteksi sampai dengan 100 dB (A). Beberapa tipe dari sumbat telinga antara lain : Formable type, Custom molded type, Premolded type
- Tutup telinga (earmuff), dapat menurunkan kebisingan 25 – 40 dB (A). Digunakan untuk proteksi sampai dengan 110 dB (A).
- Helm (helmet), mengurangi kebisingan 40 – 50 dB(A).  
( Tarwakka, 2008)

### **3.10 Pengertian Noise Barrier**

Noise Barrier (Soundwall, Tanggul suara, penghalang suara, atau penghalang akustik) adalah struktur eksterior yang dirancang untuk meredam polusi suara (bising). Noise Barrier merupakan metode yang paling efektif mengurangi jalan, kereta api, dan sumber kebisingan industri tanpa penghentian aktivitas penggunaan kontrol sumber. (aggasy, 2012)

Noise Barrier yang sering digunakan terdapat 2 macam, yaitu Noise Barrier Alami dan Noise Barrier Buatan. Noise Barrier Alami adalah penghalang kebisingan yang tersusun atas tanaman-tanaman. Tanaman yang digunakan untuk penghalang kebisingan harus memiliki kerimbunan dan kerapatan daun yang cukup merata guna menyerap bunyi.



**Gambar 3. 6 Noise Barrier Alami**

Sedangkan noise barrier buatan ialah penghalang bunyi yang sengaja dibuat manusia dengan bahan seperti beton, kaca, kayu, logam atau besi. (aggasy, 2012)



**Gambar 3. 7 Noise Barrier Buatan**

Bahan peredam suara untuk mengurangi kebisingan dapat menggunakan bahan-bahan jadi yang sudah ada ataupun membuatnya sendiri, diantara yang sudah ada tersebut antara lain adalah bahan berpori, resonator dan panel (Lee, 2003)

Salah satu usaha untuk mereduksi kebisingan pada daerah permukiman, dilakukan dengan Green Barrier yang membatasi daerah sumber kebisingan dengan daerah permukiman masyarakat. Juga dapat dilakukan dengan memasang dinding pemisah antara sumber - sumber bising dengan ruangan tempat kerja (kedap suara). Selain itu bisa juga menggunakan earplugs dan earmuffs. (Lee, 2003)

Dalam perencanaan ini akan digunakan 2 jenis barrier yakni :

1. Alternatif barrier buatan, bahan yang akan di gunakan terdiri dari pasangan batu bata, plat besi, blok beton, dll dan berikut adalah analisa untung rugi menggunakan barrier buatan ini :
  - a. Keuntungan : ketinggian barrier dapat diatur sesuai dengan kebutuhan dimasing-masing lokasi sumber kebisingan dan bersifat permanen serta lebih tahan terhadap perubahan musim, cuaca, dan suhu.
  - b. Kerugian : Tidak mungkin Digunakan pada daerah yang banyak terdapat bangunan, membutuhkan dana yang tidak sedikit dalam pembangunannya, kurang fleksibel dengan fungsi tata ruang wilayah tertentu.
  - c. Sifat barrier : barrier ini bersifat memantulkan gelombang suara dari sumber bising.
2. Alternatif barrier alami, bahan yang akan digunakan terdiri dari tanaman perdu dan tanaman pohon
  - a. Keuntungan : mampu mereduksi tingkat kebisingan hingga 28,8 dB (A) pada jarak 300-1200m dan memberikan nilai estetika tersendiri apabila adanya kombinasi antara pohon besar dan tanaman perdu. Selain berfungsi sebagai pereduksi bising, barrier alami ini juga bermanfaat untuk keindahan lingkungan yang



sangat mempengaruhi faktor psikologis dari penghuni kawasan tersebut.

- b. Kerugian : membutuhkan sedikit perawatan dalam memelihara pohon / tanaman, tidak semua pohon yang ditanam sesuai dengan ekosistem setempat (tanaman lokal), daun pohon yang digunakan barrier harus merata dari atas kebawah. pemilihan barrier alami harus mempertimbangkan luas dari kawasan bising, yang dimaksud disini adalah jarak anatar sumber bising dan kawasan pemukiman mempunyai lahan yang cukup untuk peredusan pohon.
- c. Sifat barrier : barrier ini bersifat menyerap gelombang suara.

### **3.11 Pemeriksaan Pendengaran**

Pemeriksaan pendengaran dapat dilakukan dengan berbagai teknik dan alat. Diantaranya dengan menggunakan audiometer. Hasil pemeriksaan audiometer berupa gambar disebut *audiogram* (HIPERKES K3: 2004)

#### **3.11.1 Tujuan Pemeriksaan Audiometri**

Berikut adalah tujuan dari pelaksanaan pemeriksaan audiometri :

1. Untuk mengetahui keadaan ambang pendengaran dari para pekerja atau calon pekerja.
2. Untuk mengetahui secara dini gangguan pendengaran pekerja dan mencegah agar gangguan pendengaran tersebut tidak menjadi tambah lebih parah.
3. Untuk menunjukkan kepada manajemen perusahaan dan para pekerja tentang manfaat pengendalian kebisingan khususnya pemakaian Alat Pelindung Diri.
4. Untuk mengidentifikasi pekerja yang sensitif terhadap kebisingan.

#### **3.11.2 Persyaratan Pemeriksaan Audiometri**

Adapun persyaratan penunjang pemeriksaan pendengaran yang harus dipenuhi agar mendapatkan hasil yang benar-benar menggambarkan keadaan ambang pendengaran sebenarnya adalah sebagai berikut:

1. Pemeriksaan harus dilakukan dalam ruang kedap suara.
2. Bila tidak dilakukan dalam ruang kedap suara, latar belakang kebisingan tidak lebih dari 40 dB (A).
3. Alat audiometer yang digunakan terjamin reabilitas pengukurannya.
4. Sebelum dilakukan pemeriksaan, pekerja dihindarkan dari kebisingan selama 8-12 jam. (R. Darmanto, 1995:94).

### **3.11.3 Teknik Pemeriksaan Audiometri**

Berikut adalah tata cara pemeriksaan audiometri :

1. Sebelum pemeriksaan sampel harus terbebas dari paparan bising selama 16 jam agar didapatkan gambaran audiogram yang dapat dipercaya.
2. Pengenalan nada pada sampel, sampel diminta menekan tombol bila mendengar nada.
3. Pemeriksaan pendengaran dilaksanakan berturut-turut dari frekuensi 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 3000 Hz, 4000 Hz, 6000 Hz dan 8000 Hz. Frekuensi 1000 Hz didahulukan karena paling mudah untuk menentukan nilai ambangnya.
4. Pada tiap-tiap frekuensi diberikan intensitas bunyi mulai dari 40-50 dB (A) untuk pasien normal, kemudian dinaikkan secara bertahap dan diturunkan lagi hingga batas dimana sampel terakhir masih bisa mendengar nada yang diberikan.
5. Pemeriksaan dilakukan pada telinga kanan selanjutnya telinga kiri, Mencatat hasil pemeriksaan pada tabel.
6. Untuk mengetahui gangguan pendengaran dipergunakan rumus perhitungan hantaran udara pada frekuensi 500 Hz, 1000 Hz dan 2000 Hz dirata-rata (HIPERKES K3: 2004)

### **3.11.4 Analisis Hasil**

Menurut Standar *American Academy of Ophthalmology and Otolaryngology*, tajam pendengaran diklasifikasikan:

**Tabel 3. 4 Klasifikasi Pendengaran Menurut Standar American Of Ophtalmomologi And Otalarinology**

Rata-rata pengukuran dB (A)	Kategori
< 25	Normal
26-40	Gangguan ringan
41-60	Gangguan sedang
61-90	Gangguan berat
>90	Gangguan sangat berat

*Sumber: Pedoman Praktikum Laboratorium K3: 2004*

### 3.12 Algoritma LMS

Algoritma LMS merupakan algoritma yang sangat populer dan sangat sederhana serta dapat digunakan untuk beberapa aplikasi pemrosesan sinyal, antara lain masalah penghapusan derau, gema, dan interferensi. Penelitian ini menggunakan metode algoritma LMS (*Least Mean Square*) untuk *Filter* Finite Impulse Response (FIR). Algoritma LMS seringkali digunakan untuk beberapa aplikasi yang berbeda pada pemrosesan sinyal adaptif. Ada beberapa alasan yang mendasari hal tersebut, antara lain: komputasi yang mudah dan sederhana, tidak ada pengulangan data, dan tanpa peramalan gradien.

Algoritma Least Mean Square (LMS) ini termasuk algoritma yang menggunakan operator gradien  $\Delta$  dalam proses adaptasinya. Proses adaptasi dari tap-weight (bobot koefisien filter) ini berlangsung secara rekursif, dimulai dengan suatu nilai awal (initial value). Oleh karena itu hasil yang diperoleh akan semakin baik bila jumlah iterasinya semakin besar. Hasil akhir yang diharapkan dari proses iterasi ini ialah suatu nilai yang konvergen terhadap solusi dari metode filter Wiener. Proses rekursi yang biasa digunakan ialah steepest descent yang bentuknya adalah :

$$\mathbf{w}(n+1) = \mathbf{w}(n) + \frac{1}{2} \mathbf{m}[-\Delta(\mathbf{J}(n))]$$

Untuk dapat mengembangkan perkiraan vector gradien  $\Delta(\mathbf{J}(n))$ , strategi yang paling tepat ialah dengan mensubstitusikan matriks korelasi  $\mathbf{R}$  dan vektor korelasi silang pada persamaan :

$$\Delta(\mathbf{J}(n)) = -2 \mathbf{p} + 2 \mathbf{R} \mathbf{w}(n)$$

Pilihan estimator yang paling sederhana untuk  $R$  dan padalah dengan menggunakan perkiraan, berdasarkan pada besaran sampel vektor tap input  $\{u(n)\}$  dan respon yang diinginkan  $\{d(n)\}$ , seperti yang ditentukan oleh :

$$R(n) = d(n)x(n) ; p(n) = x(n)x^T(n)w(n)$$

Parameter  $H$  tersebut menyatakan nilai matriks Hermitian (kompleks – conjugate). Untuk nilai vektor gradien, diperoleh dengan mensubstitusikan persamaan diatas:

$$\Delta(J(n)) = -2 (x(n)x^T(n)w(n)) + 2 (d(n)x(n))w(n)$$

Setelah memperoleh nilai dari masing-masing parameter, maka dapat ditentukan suatu nilai update dari tap-weight (bobot dari koefisien filter) dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$w(n+1) = w(n) + \mu (p(n) - R(n)w(n))$$

Dari keseluruhan rumus yang diturunkan, maka untuk algoritma LMS dapat disimpulkan sebagai berikut :

**a. Output filter :  $y(n) = w(n) x(n)$**

**b. Error estimasi:  $e(n) = d(n) - y(n)$**

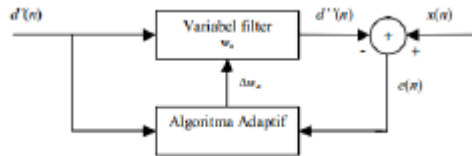
**c. Adaptasi tap - weight :  $w(n+1) = w(n) + \mu d(n)e(n)$**

Algoritma LMS ini tidak memerlukan proses perhitungan yang rumit karena tidak membutuhkan perhitungan fungsi korelasi maupun perhitungan invers matriks. Sifat-sifat perhitungan yang sederhana ini akan dapat dengan mudah diterapkan dalam bentuk program komputer. Karena kemudahannya inilah algoritma sering digunakan dalam perhitungan filter adaptif.

### 3.13 Adaptive Filter

Semua *Filter Adaptive* memakai *Filter Wiener* sebagai realisasi *Filter optimum* yaitu dengan kriteria mean square error minimum. Semua Algoritma dengan sejalannya waktu berusaha untuk konvergen mendekati kondisi ini. Seperti pada prediksi linier, *Filter adaptive* juga didasari oleh *Filter Wiener*. Semua kaidah dan sifat-sifat yang berlaku pada *Filter Wiener* tetap berlaku untuk aplikasi adaptive ini

Orde *Filter* dibatasi oleh *mean square error* yang diinginkan, dan kecepatan processing yang harus dicapai. Dengan makin besarnya orde *Filter* tentu *mean square error* semakin kecil tetapi kecepatan processing makin lambat. Jadi trade-off harus dilakukan dalam penentuan orde *Filter* ini. *Filter* adaptif merupakan *Filter* digital yang bekerja dalam pemrosesan sinyal digital yang dapat menyesuaikan kinerjanya berdasarkan sinyal masukannya. *Filter* adaptif mempunyai pengatur koefisien yang dapat beradaptasi dengan keadaan lingkungan sekitar maupun perubahan sistem.



**Gambar 3. 8 Diagram Adaptive Filter**

Sinyal masukan  $x(n)$  adalah penjumlahan dari sinyal suara  $s(n)$  dengan derau yang menyertai sinyal suara tersebut

$$d(n). x(n) = s(n) + d(n)$$

Sinyal masukan pada *Filter* adaptif  $d'(n)$  adalah sinyal derau yang dicuplik dari sumber derau yang menginterferensi sinyal suara. Pada *Filter* adaptif digunakan umpan balik untuk menentukan nilai koefisien *Filter* setiap ordenya. *Filter* mempunyai struktur FIR dengan tanggapan impuls sama dengan koefisien *Filtemya*. Koefisien pada *Filter* adaptif untuk orde- $p$  didefinisikan sebagai berikut :

$$w_n = [w_n(0), w_n(1), \dots, w_n(p)]^T$$

Pada variabel *Filter* selalu dilakukan up-date untuk koefisien *Filtemya* sebagai berikut :

$$w_{n+1} = w_n + \Delta w_n$$

$$w_{n+1} = w_n + 2\mu \epsilon x_k$$

dengan  $\Delta w_n$  merupakan faktor koreksi dari koefisien *Filter* dan  $\epsilon$  merupakan nilai *mean square error*.

$$\epsilon_k = E\{|e(n)|^2\}$$

*Filter* adaptif menampilkan faktor koreksi berdasarkan sinyal masukan dan kesalahan sinyal. Kesalahan sinyal (signal error) pada *Filter* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$e(n) = x(n) - y(n)$$

dengan :

$$y(n) = x(n) \cdot w(n) \quad y(n) = \sum_{Li=0} x(n) \cdot w(n)$$

*Filter* adaptif biasanya menggunakan algoritma LMS (Least Mean Square) untuk mencari nilai MSE (Mean Square Error) pada sistem yang kemudian digunakan untuk menentukan koefisien *Filter*. Penghitungan koefisien *Filter* pada *Filter* adaptif dengan menggunakan nilai MSE adalah sebagai berikut :

$$w(n+1) = w(n) + \mu e(n)d(n)$$

### 3.14 Signal to Noise Ratio dan Mean Square Error

Signal to Noise ratio (SNR) adalah suatu ukuran untuk menentukan kualitas dari sebuah sinyal yang terganggu oleh derau. Penelitian ini, estimasi SNR dilakukan dengan menggunakan metode korelasi. Sinyal masukan (sinyal uji) dimodelkan dengan sinyal sinusoidal. Sinyal derau dimodelkan sebagai sinyal random dengan distribusi normal (Gaussian). Perancangan simulasi ini dilakukan dengan menggunakan Simulink Matlab. Hasil pengujian telah diperoleh bahwa variasi frekuensi sinyal masukan menghasilkan nilai estimasi SNR yang bervariasi. Nilai SNR suatu jalur dapat dikatakan pada umumnya tetap, berapapun kecepatan data yang melalui jalur tersebut. Satuan ukuran SNR adalah decibel (dB) . Mean Squared Error (MSE) adalah metode lain untuk mengevaluasi metode peramalan. Masing-masing kesalahan atau sisa dikuadratkan. Kemudian dijumlahkan dan ditambahkan dengan jumlah observasi. Pendekatan ini mengatur kesalahan peramalan yang besar karena kesalahan-kesalahan itu dikuadratkan. Metode itu menghasilkan kesalahan-kesalahan sedang yang kemungkinan lebih baik untuk kesalahan kecil, tetapi kadang menghasilkan perbedaan yang besar. (Pradyadari, 2014)

## **BAB IV METODE PENELITIAN**

### **4.1 Umum**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui fluktuasi tingkat kebisingan yang disebabkan oleh aktivitas operasional bandara, untuk mengetahui bentuk peta kontur kebisingan dari seluruh aktivitas operasional bandara serta untuk mengetahui upaya pencegahan dan pengurangan pemaparan kebisingan terhadap pekerja di sekitar kawasan bandara

Metodologi penelitian yang digunakan adalah Metodologi Penelitian Kuantitatif yang menerapkan teknik pengukuran lapangan, dan dianalisis secara kuantitatif. Lokasi pengukuran lapangan untuk penelitian ini dilaksanakan di seluruh wilayah bandara Internasional Kualanamu, Sumatera Utara. Tahapan penelitian dimulai dengan menjabarkan latar belakang penelitian hingga didapatkan ide penelitian, merumuskan permasalahan yang terjadi, mencari studi literatur yang mendukung pokok bahasan, pengumpulan data, analisa data dan pembahasan, dan menyimpulkan hasil pembahasan serta memberikan saran perbaikan.

Pelaksanaan penelitian dilakukan dengan mengumpulkan data primer dan sekunder. Metode yang akan digunakan dalam pengumpulan data primer adalah pengumpulan data primer dalam bentuk melakukan sampling langsung menggunakan alat pengukur kebisingan atau biasa disebut sound level meter terhadap kebisingan yang ditimbulkan oleh seluruh kegiatan operasional bandara. Sampling yang dilakukan bertujuan untuk mengumpulkan informasi terkait fluktuasi besaran kebisingan yang ditimbulkan Selama jam operasional. Hasil dari data sampling yang dilakukan kemudian akan digunakan sebagai sumber data primer, diolah menggunakan software Surfer untuk di jadikan peta kontur sebaran kebisingan di wilayah paparan kebisingan.

### **4.2 Kerangka Penelitian**

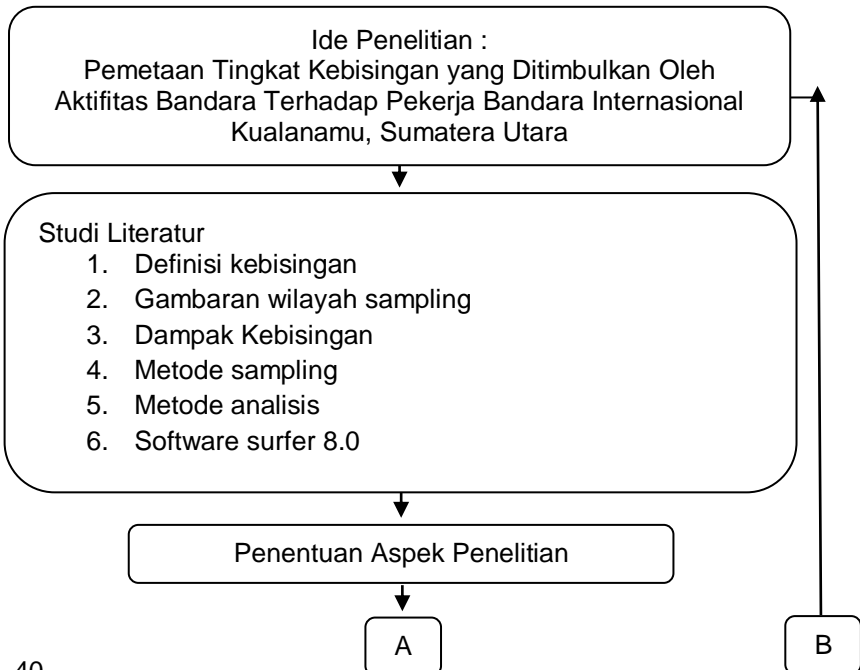
Metode penelitian disusun dalam bentuk kerangka penelitian. Kerangka penelitian disusun secara sistematis berdasarkan tahapan penelitian untuk mencapai tujuan dari

penelitian. Kerangka penelitian juga berfungsi sebagai gambaran umum tahapan pelaksanaan penelitian sehingga memudahkan penelitian dan penulisan laporan. Secara ringkas kerangka penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.1

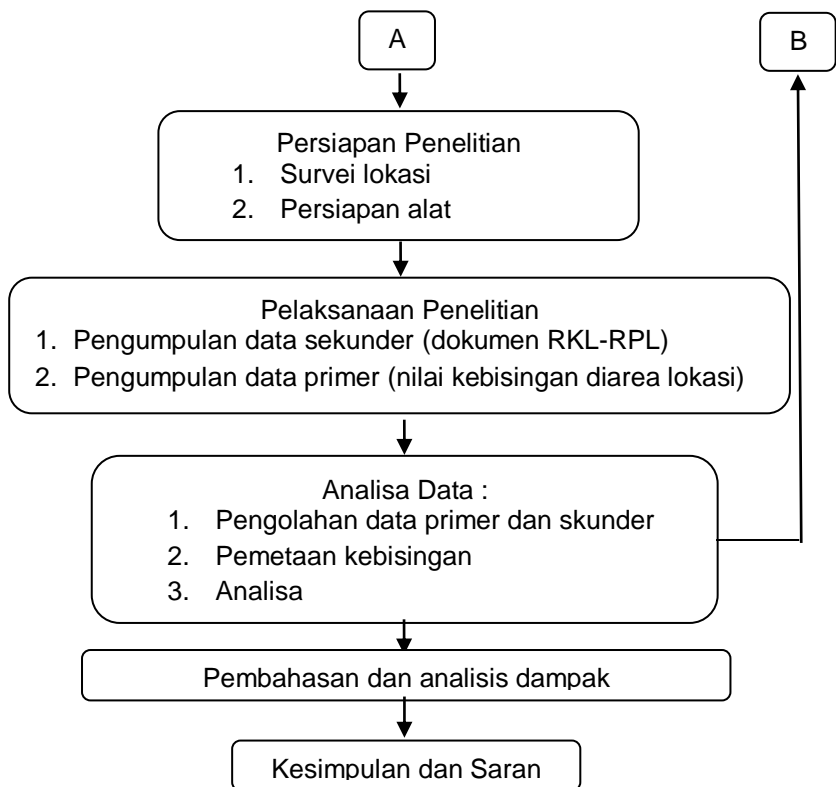
### 4.3 Penjelasan Kerangka Penelitian

#### 4.3.1 Ide Penelitian

Kebisingan merupakan hal yang cukup memberikan dampak besar bagi manusia. Salah satu dampak yang ditimbulkan adalah gangguan kesehatan bagi objek yang terpapar kebisingan, semakin besar dan lama paparan, maka semakin besar potensi terkena gangguan kesehatan yang cukup serius. Berbagai langkah solusi dilakukan oleh ahli untuk mengurangi dampak negatif yang ditimbulkan. Oleh karena itu, maka dibutuhkan data untuk mengetahui seberapa besar dampak paparan kebisingan yang ditimbulkan. Data tersebut diperoleh dengan cara mengumpulkan data primer ataupun sekunder besaran kebisingan yang ditimbulkan semua kegiatan operasional bandara.







**Gambar 4. 1 Skema Kerangka Pemikiran**

#### **4.3.2 Studi Literatur**

Studi literatur dilakukan mulai dari tahap awal hingga analisis data dan pembahasan dengan mengumpulkan data dan mempelajari berbagai sumber informasi. Media literatur didapatkan dari buku literatur, jurnal ilmiah, ataupun laporan penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan kebisingan di bandara.

Literatur tersebut digunakan untuk mengetahui faktor-faktor dominan yang berpengaruh pada kebisingan bandara dan dampaknya ini diantaranya literatur mengenai :

1. Pengertian kebisingan
2. Sumber kebisingan
3. Dampak kebisingan
4. Alat pengukur kebisingan

#### **4.3.3 Penentuan Asek Penelitian**

Aspek yang akan diteliti pada penelitian ini terdiri dari dua yaitu aspek teknis dan kelembagaan. Aspek teknis yang dikaji meliputi hal-hal teknis terkait dengan kebisingan yang menyebabkan dampak penurunan kesehatan dan kinerja pekerja bandara di wilayah operasional bandara. Hal-hal teknis yang akan dikaji didapatkan dari hasil sampling yang dilakukan. Aspek kelembagaan yang dikaji adalah terkait dengan kebijakan yang telah dibuat oleh instansi terkait. Kebijakan yang telah dibuat akan dikorelasikan dengan hasil pemetaan

Dimana nantinya hasil dari pengukuran ini harapannya akan di buatkan kebijakan baru untuk menangani permasalahan kebisingan bandara, mulai dari pembatasan paparan, alat bantu APD, hingga barrier yang dapat mengurangi dampak dari kebisingan tersebut.

#### **4.3.4 Persiapan Penelitian**

Survei pendahuluan dilakukan untuk mengetahui kondisi awal wilayah penelitian. Pada tahap ini, pengamatan yang akan dilakukan terkait topik penelitian yaitu besaran kebisingan dan kondisi wilayah bandara

#### **4.3.5 Pelaksanaan Penelitian**

Penelitian dilakukan untuk mengukur tingkat kebisingan bandara terhadap kinerja karyawan bandara. Data yang dikumpulkan meliputi data primer dan sekunder. Data sekunder diperlukan untuk mengetahui kondisi eksisting wilayah studi di masa lalu. Data primer digunakan untuk mengetahui kondisi wilayah studi di masa sekarang.

a. Data Primer

Pada penelitian ini, data primer akan dikumpulkan melalui sampling kebisingan di beberapa lokasi titik sampling. Metode ini dilakukan dengan menggunakan sampling data langsung. Tujuannya untuk memperoleh informasi tentang besarnya kebisingan yang ditimbulkan.

b. Data Sekunder

Data sekunder didapatkan dari literatur dan instansi terkait. Data sekunder yang dibutuhkan dalam penelitian ini diantaranya terkait data hasil pengukuran kebisingan di tahun sebelumnya, administrasi wilayah, dan data penggunaan lahan.

#### 4.4 Variabel Penelitian

##### 4.4.1 Klasifikasi Variabel

1. Tingkat kebisingan *equivalen* pagi, siang dan malam.
2. Baku tingkat kebisingan.

##### 4.4.2 Definisi Konseptual Variabel

Tingkat bising ekivalen pagi, siang, malam.

Pernyataan tingkat kebisingan pada pagi, siang, sore, merupakan model tingkat kebisingan ekivalen yang digunakan untuk menyatakan tingkat kebisingan di suatu area. Pengukurannya dilakukan pada saat ada pesawat terbang dan dilakukan pada saat normal (tidak ada kegiatan *Take Off dan Landing*), saat *Take Off* dan saat *Landing*.

Matematisnya disajikan menurut persamaan ;

$$Leq = 10 \log (1/N)(4.10^{0,1L_1} + 4.10^{0,1L_2} + ..... + 4.10^{0,1L_n}) \text{ dB (A)}.$$

Dengan  $L_1$ ,  $L_2$ , dan  $L_3$  adalah tingkat bising terukur dalam pada saat ada pesawat terbang pada masing-masing lokasi.

Baku tingkat kebisingan ditetapkan berdasarkan Surat Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor : Kep. 48/MENLH/11/1996 tanggal 25 Nopember 1996.

#### 4.4.3 Jenis dan Sumber Data

Dalam penelitian ini jenis dan sumber data yang akan dipakai adalah

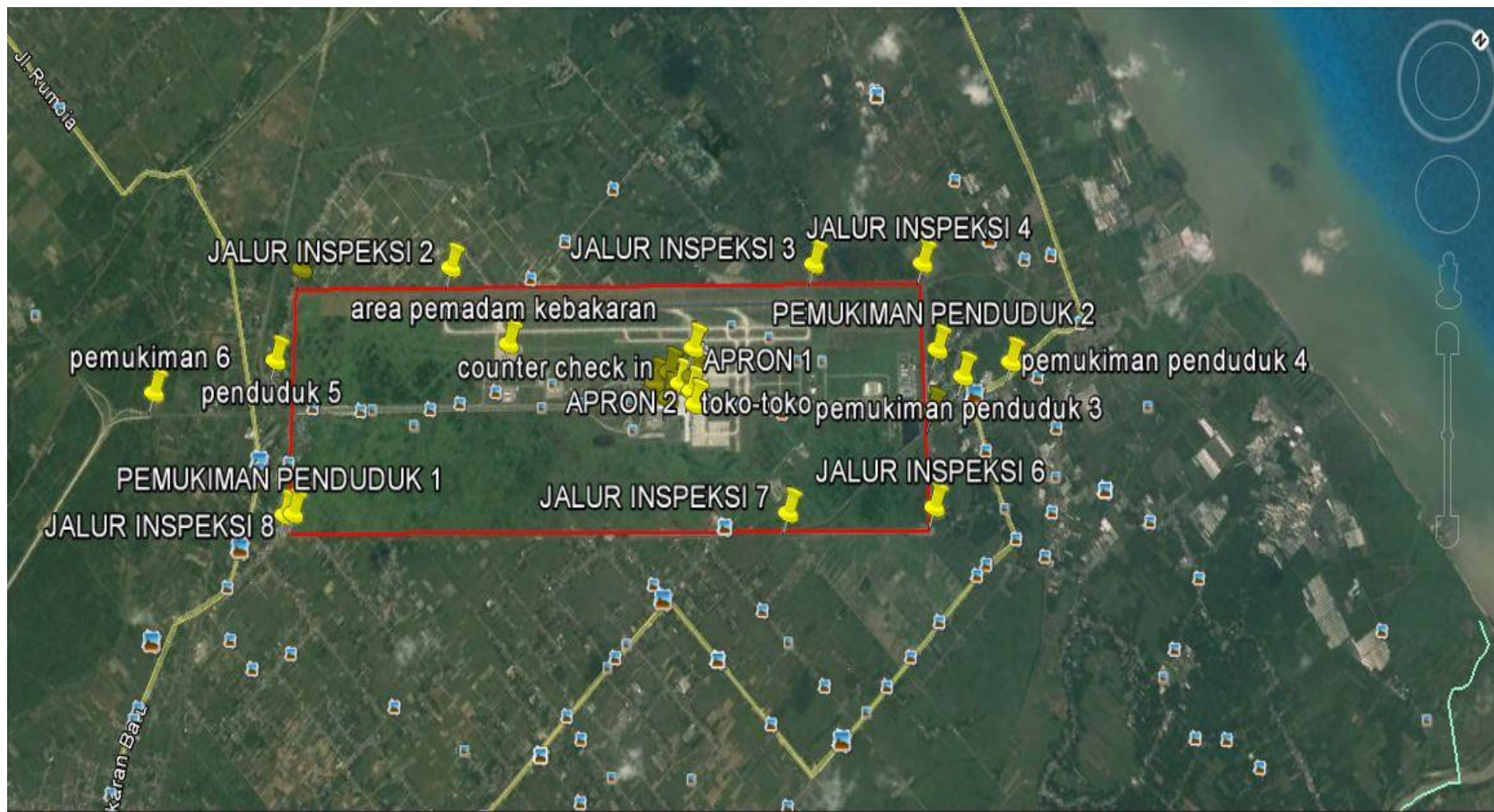
a. Data *Primer*;

- Pengukuran tingkat bising pada pagi, siang dan malam hari di lokasi B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7, B8, B9, B10, B11, B12, B13, B14, B15, B16, B17, B18, B19, B20, B21, B22, B23
- Observasi dan pemetaan *lay out*/tata letak alat pengamatan. Di lokasi B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7, B8, B9, B10, B11, B12, B13, B14, B15, B16, B17, B18, B19, B20, B21, B22, B23

Dimana :

B1 : Jalur Inspeksi 1	B14: Pemukiman Penduduk 2
B2 : Jalur Inspeksi 2	B15 : Area Parkir Mobil A
B3 : Jalur Inspeksi 3	B16 : Area parkir mobil B
B4 : Jalur Inspeksi 4	B17 : Stasiun KA.Railink
B5 : Jalur Inspeksi 5	B18;Waitingroom Penumpang
B6 : Jalur Inspeksi 6	Domestik
B7 : Jalur Inspeksi 7	B19: Counter check in
B8 : Jalur Inspeksi 8	B20; toko
B9 : Pemukiman Penduduk 1	B21 : Apron 1
B10: Pemukiman Penduduk2	B22 : Apron 2
B11: Pemukiman Penduduk 3	B23: area pemadam
B12: Pemukiman Penduduk 4	kebakaran
B13: Pemukiman Penduduk 5	

Berikut adalah lokasi titik sampling kawasan Bandara Internasional Kualanamu, Sumatera Utara:



**Gambar 4. 2 Peta Lokasi Sampling**  
sumber: google map "bandara internasional kualanamu"

***“Halaman ini sengaja diosongkan”***

- b. Data Sekunder.
  - Hasil Pengukuran terdahulu mengenai kebisingan di B1, B2, B3, B4, B5. Yang terdapat dalam dokumen RKL-RPL
  - Dimana :
    - B1 : area parker A
    - B2 : run way 05
    - B3 : run way 23
    - B4 : pemukiman penduduk 1
    - B5 : pemukiman penduduk 2
  - Dokumen Plot plant (gambar) yang terkait dengan tata ruang Bandara.

#### **4.4.4 Instrumen Penelitian**

Dalam penelitian ini *instrumen* penelitian yang akan dipakai adalah :

- *Sound Level Meter type NA 20* yang mempunyai *range* pengukuran 30 – 130 dB (A) untuk mengukur tingkat bising.
- *Global Positioning System (GPS)* untuk menentukan titik kordinat suatu lokasi sampling
- *Stopwatch* untuk menghitung waktu sampling

#### **4.4.5 Metode Pengumpulan data**

- Data primer : di ambil langsung sesuai ketentuan Kep 48 /MENLH/11/1996 .
- Data skunder : didapatkan dari PT. Angkasa Pura II, Bandara Internasional Kualanamu

#### **4.4.6 Metode Analisis Data**

Berdasarkan data yang diperoleh, dalam penelitian ini dilakukan analisis data sesuai Kep 48 /MENLH/11/1996, 25 Nopember 1996.

Pengukuran tingkat kebisingan dapat dilakukan dengan dua cara:

1. Cara Sederhana Dengan sebuah sound level meter biasa diukur tingkat tekanan bunyi dB (A) selama 10 (sepuluh) menit untuk tiap pengukuran. Pembacaan dilakukan setiap 5 (lima) detik.

2. Cara Langsung Dengan sebuah integrating sound level meter yang mempunyai fasilitas pengukuran LTM5, yaitu Leq dengan waktu ukur setiap 5 detik, dilakukan pengukuran selama 10 (sepuluh) menit.

Waktu pengukuran dilakukan selama aktifitas 24 jam (LSM) dengan cara pada siang hari tingkat aktifitas yang paling tinggi selama 16 jam (LS) pada selang waktu 06.00 – 22.00 dan aktifitas malam hari selama 8 jam (LM) pada selang 22.00 – 06.00.

Setiap pengukuran harus dapat mewakili selang waktu tertentu dengan menetapkan paling sedikit 4 waktu pengukuran pada siang hari dan pada malam hari paling sedikit 3 waktu pengukuran, sebagai contoh :

- L1 diambil pada jam 08.00 mewakili jam 06.00 – 09.00
- L2 diambil pada jam 10.00 mewakili jam 09.00 – 11.00
- L3 diambil pada jam 15.00 mewakili jam 14.00 – 17.00
- L4 diambil pada jam 18.00 mewakili jam 17.00 – 22.00
- L5 diambil pada jam 22.00 mewakili jam 22.00 – 24.00
- L6 diambil pada jam 00.00 mewakili jam 24.00 – 03.00
- L7 diambil pada jam 05.00 mewakili jam 03.00 – 06.00

Keterangan :

- Leq = Equivalent Continuous Noise Level atau Tingkat Kebisingan Sinambung Setara ialah nilai tingkat kebisingan dari kebisingan yang berubah ubah (fluktuatif) selama waktu tertentu, yang setara dengan tingkat kebisingan dari kebisingan ajeg (steady) pada selang waktu yang sama. Satuannya adalah dB (A).
- LTM5 = Leq dengan waktu sampling tiap 5 detik
- LS = Leq selama siang hari
- LM = Leq selama malam hari
- LSM = Leq selama siang dan malam hari

Perhitungan :

Pengukuran kebisingan, diperoleh hasil Perhitungan memakai persamaan :



$$L_m = 10 \log (1/8) ( T_5 \cdot 10^{0,1L_5} + \dots + T_7 \cdot 10^{0,1L_7} ) \text{ dB (A)}$$

$$L_s = 10 \log (1/16) ( T_1 \cdot 10^{0,1L_1} + \dots + T_4 \cdot 10^{0,1L_4} ) \text{ dB (A)}$$

Untuk mengetahui apakah tingkat kebisingan sudah melampaui baku tingkat kebisingan, maka perlu di cari nilai Lsm dari pengukuran di lapangan, Lsm dihitung dengan rumus :

$$L_{sm} = 10 \log 1/24 ( 16 \cdot 10^{0,1L_s} + 8 \cdot 10^{0,1L_m+3} ) \text{ dB (A)}$$

Keterangan :

Leq = *Equivalent Continuous Noise* atau Tingkat Kebisingan Sinambung Setara ialah Nilai tingkat kebisingan dari kebisingan yang berubah-ubah (*fluktuatif*) selama waktu tertentu, yang setara dengan tingkat kebisingan dari kebisingan yang tetap (*steady*) pada selang waktu yang sama, satuannya adalah dB (A).

Ls = Leq selama siang hari.

Lm = Leq selama malam hari.

Lsm = Leq selama siang dan malam hari.

Metode Evaluasi nilai Lsm yang dihitung dibandingkan dengan nilai baku tingkat kebisingan yang ditetapkan dengan toleransi +3 dB(A).

Dari data yang telah didapat di 23 titik sampel tersebut kemudian dapat menerangkan kondisi kebisingan di titik-titik sampling, kemudian dapat dihitung pula persebaran kebisingan di titik-titik tambahan. Titik-titik tambahan ini digunakan untuk memperoleh nilai sebaran tingkat kebisingan di kawasan penelitian. Titik tambahan ini diberi jarak 50 meter tiap titik hingga jarak maksimum 200 meter dari titik sampling utama. Kemudian dihitung intensitas kebisingannya dengan rumus:

$$LP_2 = LP_1 - 10 \log (r_2/ r_1)$$

Dimana:

•LP1 = Tingkat kebisingan pada jarak r1 dB (A)

•LP2 = Tingkat kebisingan pada jarak r2 dB (A)

•r1 = Jarak titik 1 dari sumber kebisingan

•r2 = Jarak titik 2 dari sumber kebisingan

Setelah dihitung seluruh titik, kemudian diplotkan ke *software* Surfer untuk visualisasi pemetaan kebisingannya sehingga didapatkan pola persebarannya.

Akhir dari penelitian ini juga akan ditentukan alternatif pemilihan *noise barrier* alami atau buatan untuk mereduksi kebisingan dengan perhitungan atenuasi agar penempatan *noise barrier* dapat lebih presisi. Perhitungan peletakan barrier akan mencakup tinggi efektif barrier, jarak sumber bising ke penghalang, jarak penerima ke penghalang, dan panjang gelombangnya seperti rumus berikut:

#### 1. Barrier buatan

$$x = \sqrt{R^2 + (Hb - Hs)^2}$$

$$y = \sqrt{D^2 + (Hb - Hp)^2}$$

$$z = \sqrt{(R + D)^2 + (Hp - Hs)^2}$$

Dimana:

N= Bilangan Fresnel

X= Jarak dari sumber bising ke penghalang (m)

Y= Jarak dari penghalang ke penerima (m)

Z= Jarak dari sumber bising ke penerima (m)

R= Jarak sumber bising ke penghalang di lapangan(m)

D= Jarak penerima ke penghalang di lapangan (m)

Hb= Tinggi penghalang (m)

Hp= Tinggi penerima (m)

Hs= Tinggi sumber bising (m)

$\lambda$ = Panjang gelombang (m)

#### 2. Barrier Alami

$$\text{Atenuasi} = (0,18 \log f - 0,31)r$$

Keterangan:

$f$  = frekuensi (Hz)

$r$  = jarak antara sumber kebisingan dengan barrier alami (m)

#### **4.4.7 Output Hasil Data**

Setelah mendapatkan besaran kebisingan , maka data tersebut akan diolah menjadi sebuah peta kontur yang nantinya akan dijadikan acuan jarak terdampak dalam dan acuan terdampak luar. Setelah itu maka akan di tetapkan solusi untuk wilayah yang memiliki kebisingan tinggi dengan cara di lakukan pemasangan barrier, penggunaan APD, dan juga pembatasan waktu kerja agar mengurangi paparan langsung oleh pekerja.

#### **4.4.8 Kesimpulan**

Setelah mendapatkan besaran kebisingan , maka data tersebut akan diolah menjadi sebuah peta kontur yang nantinya akan dijadikan acuan jarak terdampak dalam dan acuan terdampak luar. Setelah itu maka akan di tetapkan solusi untuk wilayah yang memiliki kebisingan tinggi dengan cara di lakukan pemasangan barrier, penggunaan APD, dan juga pembatasan waktu kerja agar mengurangi paparan langsung oleh pekerja.

***“Halaman ini sengaja diosongkan”***

## **BAB V**

### **DATA DAN PEMBAHASAN**

#### **5.1 Pengambilan Data Tingkat Kebisingan**

Pengambilan data pengukuran nilai kebisingan dilakukan di beberapa titik yang sebelumnya telah ditentukan pada kawasan Bandara Internasional Kualanamu, dimana titik-titik tersebut dianggap mewakili lokasi dari keseluruhan wilayah bandara mulai dari sisi udara dan sisi darat. Maka hasil pengukuran tingkat kebisingan didapatkan pada masing-masing titik selama 24 jam, selama 7 hari selama aktifitas 24 jam (LSM) dengan cara pada siang hari dengan tingkat aktifitas yang paling tinggi dilakukan pengambilan sampel selama 16 jam (LS) pada selang waktu 06.00 – 22.00 dan aktifitas malam hari dilakukan pengambilan sampel selama 8 jam (LM) pada selang 22.00 – 06.00.

Setiap pengukuran pada setiap sampel harus dapat mewakili selang waktu tertentu dengan menetapkan paling sedikit 4 waktu pengukuran pada siang hari dan pada malam hari paling sedikit 3 waktu pengukuran, sebagai contoh :

- L1 diambil pada jam **08.00** mewakili jam 06.00 – 09.00
- L2 diambil pada jam **10.00** mewakili jam 09.00 – 11.00
- L3 diambil pada jam **15.00** mewakili jam 14.00 – 17.00
- L4 diambil pada jam **18.00** mewakili jam 17.00 – 22.00
- L5 diambil pada jam **22.00** mewakili jam 22.00 – 24.00
- L6 diambil pada jam **24.00** mewakili jam 24.00 – 03.00
- L7 diambil pada jam **05.00** mewakili jam 03.00 – 06.00

Waktu tersebut diambil berdasarkan besarnya jumlah pesawat yang terjadwal pada setiap jamnya dan dipilih pada jam puncak tertinggi pada setiap waktu yang mewakili 7 waktu pengukuran siang dan malam.

## 5.2 Nilai Tingkat Kebisingan Ekvivalen

Setelah itu data tersebut harus diolah terlebih dahulu dalam bentuk interval level bunyi. Sehingga data tersebut dapat digunakan sebagai penentu kriteria kebisingan  $L_{eq}$  (Harris,1991). Pengukuran mengacu pada KEPMENLH No.48/MenLH/11/1996, diantaranya waktu pengukuran adalah 10 menit tiap jam. Pengambilan atau pencatatan data adalah tiap 5 detik, dan ketinggian mikrofon adalah 1,2 m dari permukaan tanah. Selama 10 menit, diperoleh data sebanyak 120 data yang selanjutnya dilakukan perhitungan data untuk mengetahui nilai kebisingan dari hasil pengukuran. Perhitungan data  $L_{eq}$  1 menit, dihitung dengan menggunakan rumus:

$$L_{eq}(1 \text{ menit}) = 10 \log \frac{1}{60} [(10^{0.1 L_1} + 10^{0.1 L_2} + \dots + 10^{0.1 L_{12}}) 5] \text{ dB(A)}$$

Rumus ini digunakan pada setiap menit hingga diperoleh data  $L_{eq}$  1 menit sampai 10 menit. Setelah masing-masing nilai  $L_{eq}$  1 menit diperoleh, maka dilanjutkan dengan perhitungan  $L_{eq}$  10 menit dengan rumus:

$$L_{eq}(10 \text{ menit}) = 10 \log \frac{1}{10} [(10^{0.1 L_1} + 10^{0.1 L_2} + \dots + 10^{0.1 L_x}) 1] \text{ dB(A)}$$

Sesuai dengan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 48/MenLH/11/1996 tentang Baku Tingkat Kebisingan, maka akan diperoleh nilai rata-rata dari hasil pengukuran  $L_{eq}$  selama 24 jam. Untuk  $L_{eq}$  siang hari ( $L_s$ ) pengukuran dilakukan dari jam 06.00-22.00, sedangkan pengukuran  $L_{eq}$  malam hari ( $L_m$ ) dilakukan dari jam 22.00-06.00. Hasil dari pengukuran tersebut ditambah dengan faktor pembobotan, yaitu 5 dB(A). Untuk  $L_{eq}$  siang dan malam hari dapat dihitung dengan rumus :

$$L_s = 10 \log \frac{1}{16} (T_a 10^{0.1 L_a} + \dots + T_d 10^{0.1 L_d}) \text{ dB(A)}$$

$$L_m = 10 \log \frac{1}{8} (T_e 10^{0.1 L_e} + T_f 10^{0.1 L_f} + T_g 10^{0.1 L_g}) \text{ dB(A)}$$

Hasil pengukuran pada siang dan malam hari kemudian digabungkan untuk mendapatkan tingkat kebisingan dalam satu hari dengan satuan desibel. Berikut adalah rumus yang digunakan:

$$L_{SM} = 10 \log \frac{1}{24} (16 \times 10^{0.1 L_S} + 8 \times 10^{0.1 (L_M + 5)}) \text{ dB(A)}$$

Berdasarkan tabel 5.1, diperoleh hasil pengukuran kebisingan dengan nilai yang berfluktuasi setiap 5 detiknya. Namun selisih nilai yang diperoleh tidak jauh berbeda. Nilai  $L_{eq}$  1 menit yang diperoleh dari perhitungan menunjukkan bahwa setiap menit tingkat kebisingannya hampir stabil, dan untuk  $L_{eq}$  10 menit dengan perhitungan diperoleh tingkat kebisingan mencapai 79.4 dB(A). Hal ini dapat terjadi karena pengaruh lokasi penelitian yang berada di daerah lokasi parkir pesawat dan banyaknya kendaraan operasional yang berlalu lalang di daerah tersebut akan menimbulkan kebisingan yang cukup tinggi. sehingga diperoleh tingkat kebisingan yang besar. Sehingga dilakukan seperti berikut dengan contoh perhitungan pada nomor 1:

$$\begin{aligned}
 L_{eq}(1 \text{ menit}) &= 10 \log \frac{1}{60} \left[ \left( \begin{aligned} &10^{0.1 L_1} + 10^{0.1 L_2} + 10^{0.1 L_3} + 10^{0.1 L_4} + 10^{0.1 L_5} \\ &+ 10^{0.1 L_6} + 10^{0.1 L_7} + 10^{0.1 L_8} + 10^{0.1 L_9} + 10^{0.1 L_{10}} \\ &+ 10^{0.1 L_{11}} + 10^{0.1 L_{12}} \end{aligned} \right)^5 \right] \\
 &= 10 \log \frac{1}{60} \left[ \left( \begin{aligned} &10^{0.1 (72)} + 10^{0.1 (73)} + 10^{0.1 (82)} + 10^{0.1 (83)} + 10^{0.1 (84)} \\ &+ 10^{0.1 (80)} + 10^{0.1 (72)} + 10^{0.1 (78)} + 10^{0.1 (82)} \\ &+ 10^{0.1 (82)} + 10^{0.1 (80)} + 10^{0.1 (80)} \end{aligned} \right)^5 \right] \\
 &= 80.48 \text{ dB (A)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 L_{eq}(10 \text{ menit}) &= 10 \log \frac{1}{10} [(10^{0.1 L_1} + 10^{0.1 L_2} + \dots + 10^{0.1 L_N})] \text{ dB(A).} \\
 &= 10 \log \frac{1}{60} \left[ \left( \begin{aligned} &10^{0.1 (80.48)} + 10^{0.1 (79.59)} + 10^{0.1 (76.95)} + 10^{0.1 (79.24)} \\ &+ 10^{0.1 (79.75)} + 10^{0.1 (78.54)} + 10^{0.1 (81.1)} + 10^{0.1 (83.04)} \\ &+ 10^{0.1 (81.49)} + 10^{0.1 (79.08)} \end{aligned} \right)^5 \right] \\
 &= 79.4 \text{ dB (A)} .
 \end{aligned}$$

Setelah perhitungan di atas maka dapat diperoleh hasil pengukuran tingkat kebisingan setiap 1 menit dan setiap 10 menit pada masing-masing lokasi yang telah di tentukan. Selanjutnya dilakukan perhitungan tingkat kebisingan pada siang hari (LS) untuk dan tingkat kebisingan pada malam (LM) hari dengan perhitungan sebagai berikut:



Perhitungan untuk siang hari dengan rentang waktu pukul 06.00-22.00.

$$\begin{aligned}
 L_s &= 10 \log \frac{1}{16} (T_a 10^{0.1 L_a} + \dots + T_d 10^{0.1 L_d}) \text{ dB (A)} \\
 &= 10 \log \frac{1}{16} (3 \times 10^{0.1 (79.4)} + 2 \times 10^{0.1 (76.9)} \\
 &\quad + 6 \times 10^{0.1 (75.3)} + 5 \times 10^{0.1 (72.8)}) \text{ dB (A)} \\
 &= 76.0 \text{ dB (A)}
 \end{aligned}$$

Perhitungan untuk malam hari dengan rentang waktu pukul 22.00-06.00.

$$\begin{aligned}
 L_M &= 10 \log \frac{1}{8} (T_e 10^{0.1 L_e} + T_f 10^{0.1 L_f} + T_g 10^{0.1 L_g}) \text{ dB (A)} \\
 &= 10 \log \frac{1}{8} (2 \times 10^{0.1 (62.3)} + 3 \times 10^{0.1 (65.3)} + 3 \times 10^{0.1 (65)}) \text{ dB (A)} \\
 &= 64.59 \text{ dB(A)}
 \end{aligned}$$

Perhitungan yang terakhir yaitu menentukan keisingan lingkungan secara total (24 jam).

$$\begin{aligned}
 L_{SM} &= 10 \log \frac{1}{24} (16 \times 10^{0.1 L_s} + 8 \times 10^{0.1 (L_M + 5)}) \text{ dB(A)} \\
 &= 10 \log \frac{1}{24} (16 \times 10^{0.1 (76.15)} + 8 \times 10^{0.1 (64.59 + 5)}) \text{ dB (A)} \\
 &= 74.85 \text{ dB(A)}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas, maka diperoleh data hasil Lsm untuk 23 titik sampling yang dilakukan selama 7 hari yakni dimulai dari hari Senin tanggal 27 Februari 2017 – Minggu 5 maret 2017 berturut-turut hasilnya yang disajikan pada Tabel 5.2 berikut ini:

**Tabel 5. 2 Tabel Hasil Nilai Kebisingan Bandara Internasional Kualanamu**

NO	NAMA LOKASI SAMPLING	SENIN	SELASA	RABU	KAMIS	JUMAT	SABTU	MINGGU	BAKU MUTU
1	APRON 01	74,85	76,46	77,56	78,52	78,02	77,43	78,84	80
2	APRON 02	76,59	75,38	77,00	76,21	78,14	77,76	75,22	80
3	WAITINGROOM KEBERANGKATAN DOMESTIK	69,55	69,69	71,72	71,17	72,07	74,62	73,85	60
4	PARKIR MOBIL UMUM A	70,16	69,16	69,96	71,36	72,17	72,24	73,33	60
5	STASIUN KERETA API RAILINK	68,44	70,09	71,49	70,75	75,67	71,87	72,67	60
6	PEMUKIMAN PENDUDUK 1	69,74	70,94	69,07	71,36	71,03	71,38	71,67	55
7	PEMUKIMAN PENDUDUK 2	67,42	69,22	68,98	67,72	68,52	68,59	73,38	55
8	JALUR INSPEKSI 1	69,32	66,82	68,84	68,08	73,22	68,39	72,67	80
9	JALUR INSPEKSI 2	66,77	68,81	67,76	67,46	72,78	68,36	71,84	80
10	JALUR INSPEKSI 3	69,34	67,00	71,29	70,24	70,59	74,78	70,46	80
11	JALUR INSPEKSI 4	73,01	65,93	66,76	68,07	71,33	73,30	71,06	80
12	JALUR INSPEKSI 5	70,73	70,35	72,41	69,21	69,49	74,67	68,76	80
13	JALUR INSPEKSI 6	68,91	68,92	69,42	68,02	70,37	71,48	69,36	80
14	JALUR INSPEKSI 7	68,51	68,36	70,29	68,55	67,97	71,03	69,59	80
15	JALUR INSPEKSI 8	71,19	70,43	69,92	68,29	67,20	71,65	69,54	80
16	PARKIR MOBIL UMUM B	69,29	68,60	72,60	68,03	67,84	73,82	68,97	60
17	PEMUKIMAN PENDUDUK 3	68,26	71,31	69,28	74,07	70,01	69,86	72,75	55
18	PEMUKIMAN PENDUDUK 4	69,59	68,84	71,00	68,04	68,18	72,05	71,21	55
19	PEMUKIMAN PENDUDUK 5	69,23	67,76	72,78	68,39	68,06	72,15	67,93	55
20	PEMUKIMAN PENDUDUK 6	68,41	68,82	68,75	72,54	67,69	70,60	69,39	55
21	PEMADAM KEBAKARAN	68,16	68,37	68,89	71,30	71,19	72,06	68,87	60
22	AREA COUNTER CHECK IN	69,26	68,46	69,16	67,90	73,88	72,08	71,38	70
23	AREA PERTOKOAN	69,31	67,41	68,34	68,59	70,42	69,47	71,91	70

Sumber : hasil perhitungan

Dari hasil yang di dapatkan oleh Tabel 5.2 dari keseluruhan hasil tingkat kebisingan yang terjadi masih banyak sekali yang melebihi nilai baku mutu yang telah ditetapkan oleh Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. KEP-48/MNLH/11/1996 tanggal 25 Nopember 1996, dari total keseluruhan lokasi yang melebihi baku mutu merupakan lokasi titik sampling yang berada di wilayah sisi darat. Hal ini dikarenakan karena beberapa faktor yakni seperti untuk di wilayah dalam gedung terminal seperti area ruang tunggu keberangkatan domestik, area pertokoan dan wilayah *counter check in* dipengaruhi oleh tingginya jumlah aktifitas pengunjung yang datang atau berada di area tersebut.

Keunikan dari bandara ini adalah selain penumpang pesawat terbang / pengantar dapat masuk ke area gedung terminal dikarenakan memang wilayah gedung terminal dalam bandara ini dibuka bebas untuk pengunjung yang ingin mengantarkan sanak keluarga atau kerabat sambil menikmati fasilitas bandara seperti toko yang menjual cinderamata ataupun toko penjual makanan hingga restoran ternama yang menawarkan berbagai menu, hal ini yang membuat kondisi gedung terminal bandara ini selalu ramai di kunjungi oleh pengunjung dan kondisi ini lah yang membuat kondisi area sampling untuk di area pertokoan penuh dengan pengunjung yang ramai dengan suara yang sedang melakukan aktifitas.

Sedangkan di area *counter check in* dan area ruang tunggu keberangkatan domestik ini diambil di area gate 5 dimana di area ini adalah area yang paling sering dan paling banyak didapati para penumpang pesawat yang menunggu jadwal keberangkatannya, untuk suara kebisingan yang terjadi ini dipengaruhi oleh tingginya volume suara radio penginformasian. Hal ini terjadi karena selain banyaknya jumlah penumpang juga seringnya penginformasian yang dengan tingkat volume yang tinggi menyebabkan tingginya nilai kebisingan yang terjadi.

Untuk wilayah pemukiman penduduk tingginya nilai kebisingan terjadi diakibatkan oleh padatnya pemukiman serta tingginya tingkat lalu lintas yang cukup signifikan tiap harinya, dikarenakan di area penduduk ini tingkat kebisingannya dipengaruhi oleh beberapa faktor. Selain dipengaruhi oleh suara dari mesin pesawat yang terbang diatas area pemukiman

juga dipengaruhi oleh suara kendaraan yang berlalu lalang menuju kearah bandara. Jadi untuk wilayah pemukiman ini adalah area jalan alternatif selain jalan utama menuju bandara yang memang biasa di lewati oleh para pengunjung bandara.

Untuk wilayah sisi udara sendiri seluruhnya tidak ada yang melebihi baku mutu yang telah di tetapkan oleh Peraturan Pemerintah Republik Indonesia nomer 40 tahun 2012 tentang Pembangunan Dan Pelestarian Lingkungan Hidup Bandar Udara baku mutu nilai tingkat kebisingan yang diperbolehkan adalah 80 dB (A) sedangkan nilai yang didapati di area ini rata-rata adalah 69 - 73 dB (A), kecuali untuk lokasi sampling di area pemadam kebakaran baku mutu yang diperbolehkan menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. KEP-48/MNLH/11/1996 tanggal 25 Nopember 1996 adalah 65 dB(A) maka untuk lokasi ini dianggap melebihi nilai baku mutu yang diperbolehkan untuk kawasan pemerintahan dan fasilitas umum, hal ini disebabkan karena aktifitas penerbangan yang ada di dekat dengan apron1 serta jalan di area kantor pemadam kebakaran ini adalah jalur untuk lalu lalang kendaraan kargo atau kendaraan operasional bandara yang keluar atau masuk dari area apron menuju area keluar apron jadi area ini memiliki nilai tingkat kebisingan yang cukup tinggi.

Setelah didapatkan nilai-nilai kebisingan eksisting, maka perlunya dilakukan pengurangan atau reduksi tingkat kebisingan yang terjadi guna mengurangi dampak yang nantinya dapat merugikan pihak bandara ataupun pihak pengunjung. Karena kebisingaan ini dapat menimbulkan dampak menurunnya kesehatan pendengaran pada pekerja dan juga mengganggu tingkat kenyamanan bagi pengunjung yang ada di dalam bandara itu sendiri, maka diputuskan untuk merencanakan kembali alternatif yang dapat diaplikasikan yang dengan baik untuk wilayah tersebut dan juga mengurangi tingkat kebisingan yang terjadi yakni dengan cara pembangunan atau pembuatan barrier alami yang terdiri dari tanaman perdu pohon untuk yang di area luar gedung terminal dan tanaman dalam pot untuk area di dalam gedung terminal dan barrier buatan yang terbuat dari pasangan batu bata yang diplester untuk di area terluar bandara yang nantinya akan mengisolasi seluruh wilayah terluar bandara yang membatasi dengan area penduduk dan bandara itu sendiri.

### 5.2.1 Analisa Hubungan Kebisingan Dengan Frekuensi Penerbangan

Setelah didapat nilai  $L_{eq}$  dari 23 titik sampel maka lokasi titik sampling tersebut akan di pisahkan menjadi 3 bagian seperti berikut ini :

**Tabel 5. 3 Tabel Pembagian Wilayah**

NO	WILAYAH	LOKASI
1	3. Sisi udara-darat	Sisi udara
		Apron 1
		Apron 1
		Jalur Inspeksi 1
		Jalur Inspeksi 2
		Jalur Inspeksi 3
		Jalur Inspeksi 4
		Jalur Inspeksi 5
		Jalur Inspeksi 6
		Jalur Inspeksi 7
		Jalur Inspeksi 8
		Area Pemadam Kebakaran
2		Sisi darat
		Area Waitingroom
		Area Parkir Mobil A
		Area Parkir Mobil B
		Pemukiman Penduduk 1
		Pemukiman Penduduk 2
		Pemukiman Penduduk 3
		Pemukiman Penduduk 4
		Pemukiman Penduduk 5
		Pemukiman Penduduk 6
		Area Counter Check In
		Area Pertokoan

Cakupan wilayah sampling maka akan di gabungkan dengan pembagian waktu berdasarkan jumlah kegiatan penerbangan yang berhasil dicatat pada setiap harinya dan telah dipisahkan antara jumlah pesawat yang sedang mendarat (*landing*) atau pesawat yang sedang lepas landas (*take off*), Berikut tabel 5.1 adalah tabel jumlah pesawat yang tercatat selama 7 hari pada saat pengambilan sampel yang nantinya akan di gunakan sebagai acuan dalam pengambilan data.

**Tabel 5. 4 Tabel Jadwal dan Jumlah Pesawat Perhari**

JADWAL PESAWAT	SENIN 27-02-17		SELASA 28-02-17		RABU 01-03-17		KAMIS 02-03-17		JUMAT 03-03-17		SABTU 04-03-17		MINGGU 05-03-17	
	Take OFF	Landing	Take OFF	Landing	Take OFF	Landing	Take OFF	Landing	Take OFF	Landing	Take OFF	Landing	Take OFF	Landing
01.00														
02.00														
03.00														
04.00														
05.00	4		4		4		4		4		1		1	1
06.00	7		4		4		5		5	1	6	2	3	
07.00	6	4	7	4	8	7	8	5	7	4	6	5	6	5
08.00	13	12	13	11	16	12	11	10	15	12	14	15	16	14
09.00	9	6	8	8	9	9	8	7	9	9	9	9	9	8
10.00	9	8	10	7	9	8	10	5	10	8	9	10	9	10
11.00	6	10	6	10	6	10	6	8	6	10	8	10	7	5
12.00	11	11	11	12	11	10	11	9	11	11	12	13	14	17
13.00	8	4	8	4	7	4	8	4	13	4	8	6	14	7
14.00	6	6	7	5	5	4	5	5	6	6	5	7	7	9
15.00	7	11	8	10	7	10	8	8	7	10	8	11	9	10
16.00	6	5	5	8	6	5	5	7	5	4	4	5	5	7
17.00	4	7	3	7	3	7	4	7	3	9	4	7	6	4
18.00	6	10	7	10	7	8	7	7	7	10	8	10	11	9
19.00	4	10	4	10	4	9	4	8	4	9	3	9	3	4
20.00	7	2	7	2	7	2	7		7	2	6		2	
21.00		2		2		2		1		2		3	1	1
22.00		3		4		4		3		4		2		3
23.00														
24.00					1			1				1		
TOTAL	224		226		225		206		234		236		237	

Sumber : Kualanamu Airport, 2016

Hasil Tabel 5.3 dapat disimpulkan bahwa pola pembagian waktu ditentukan dengan jumlah total banyaknya kegiatan penerbangan lepas landas ( *take off* ) dan juga mendarat (*landing*) yang terjadi selama 1 minggu selama proses pengambilan data tingkat kebisingannya namun juga di catat jumlah kegiatan penerbangan melalui websaite jadwal penerbangan pada hari itu juga, dan di dapatkan hasil sebagai berikut ini :

- Weekdays meliputi hari senin – kamis
- Weekend meliputi hari jumat – minggu

Didapatkan hasil pola kebisingan yang terjadi pada hari senin sampai minggu pada tanggal 27 Februari 2017 hingga tanggal 5 Maret 2017 memiliki fluktuasi yang berbeda sesuai dengan jumlah banyaknya pesawat yang beroperasi.

Maka, dari hasil tingkat jumlah kegiatan penerbangan yang terjadi pada hari senin hingga hari kamis tingkat fluktuasinya hampir sama maka dianggap mewakili waktu di hari kerja (*weekdays*) dan hari jumat sampai minggu juga memiliki jumlah kegiatan penerbangan yang hampir serupa jumlahnya maka di masukan pada bagian hari libur (*weekend*). Kemudian ditentukan penyebarannya yakni dengan membagi tiap wilayah kemudian diklasifikasikan berdasarkan tipe waktunya. Berikut adalah pembagian waktunya yakni sebagai berikut :,

1. Udara *Weekdays*
2. Udara *Weekend*
3. Darat *Weekdays*
4. Darat *Weekend*
5. Udara-Darat *Weekdays*
6. Udara-Darat *Weekend*

### **5.2.2 Analisis Tingkat Kebisingan Wilayah Sisi Udara**

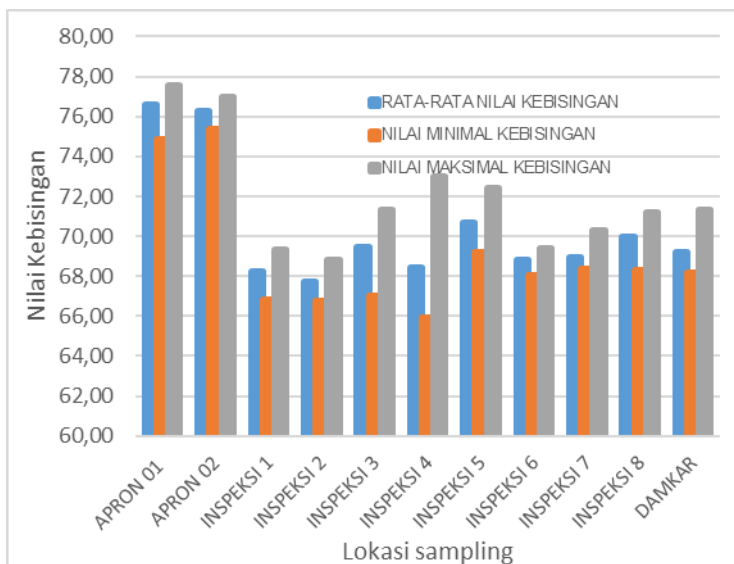
Dari hasil sampling yang dilakukan didapatkan nilai *Lsm* tiap titik kemudian di cari nilai rata-rata minimum, dan maksimumnya tersebut didapatkan bahwasannya sisi udara adalah kawasan tersebut adalah kawasan yang bersinggungan seluruh kegitannya bersinggungan langsung dengan aktifitas

penerbangan seperti landasan pacu, apron, ATC (*Air Traffic Control*), dan juga wilayah penyelamatan seperti area pemadam kebakaran. Dari daerah –daerah tersebut kebisingan sendiri bersumber dari suara yang berasal dari aktifitas mesin pesawat terbang yang sedang teparkir di wilayah apron dengan atau tanpa mesin turbo yang sedang menyala, serta kendaraan operasional seperti shuttle bus yang menjemput penumpang yang turun dari pesawat namun jauh dari gedung terminal biasanya akan di jemput menggunakan bus menuju gedung terminal, mobil pembawa barang yang selalu berlalu lalang mengantarkan barang ataupun koper-koper para penumpang, serta mobil petugas yang selalu mengontrol kondisi landasan setiap pagi, siang, sore dan malam hari untuk memastikan tidak ada benda tak diinginkan yang berada di landasan pacu, ataupun sekedar mengontrol kondisi landasan apakah sudah terlalu banyak sisa-sisa karet yang menebal dari hasil ban pesawat terbang. Seluruh kendaraan tersebut berlalu lalang di wilayah sisi udara dan hal tersebut semakin menambah besaran tingkat kebisingan yang terjadi di wilayah bandara.

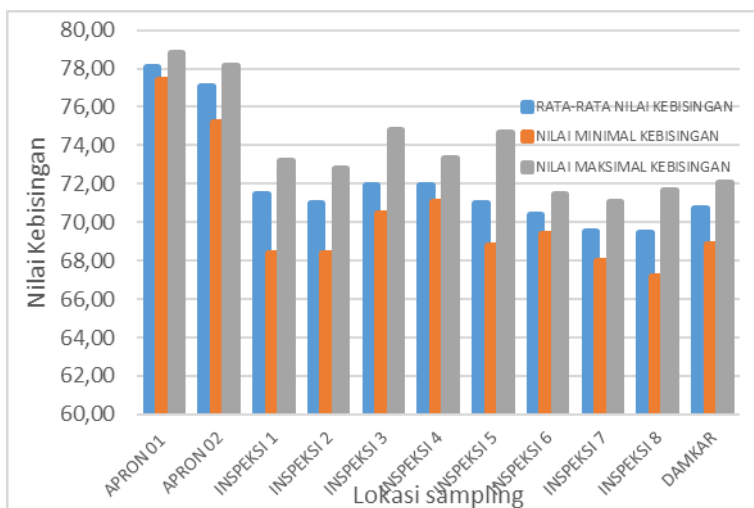
Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia nomer 40 tahun 2012 Tentang Pembangunan Dan Pelestarian Lingkungan Hidup Bandar Udara baku mutu kebisingan yang diperbolehkan adalah 80 dB(A). Sedangkan dari hasil kebisingan wilayah sisi udara pada saat hari kerja dan kebisingan wilayah sisi udara pada saat hari libur tidak ada satupun sisi udara yang melampaui nilai standar yang telah ditentukan hal tersebut dikarenakan memang untuk wilayah sisi udara ini dikelilingi oleh tanaman perdu yang dapat mengurangi tingkat kebisingan yang terjadi serta wilayah landasan pacunya memang cukup jauh dari area gedung terminal kecuali untuk area apronnya berjarak sekitar 20-20 meter, namun hal tersebut di tanggulangi dengan adanya insulasi suara dari gempu terminal sendiri yang memang bisa mereduksi kebisingan yang terjadi agar tidak masuk ke wilayah gedung terminal.

Dari seluruh titik sampling yang di amati berjumlah 11 titik yang mewakili wilayah sisi udara, maka dapat dilihat pada gambar grafik 5.2 dan 5.3 berikut ini.





**Gambar 5. 1 Wilayah Sisi Udara Weekdays**



**Gambar 5. 2 Wilayah Sisi Udara Weekend**

Dari hasil kebisingan wilayah sisi udara pada saat hari kerja dan kebisingan wilayah sisi udara pada saat hari libur menunjukkan hasil perbandingan nilai kebisingan yang terjadi di wilayah sisi udara di hari kerja (*weekdays*) dan nilai kebisingan di wilayah sisi udara pada saat (*weekend*) dan nilai tertinggi didapatkan pada saat hari libur (*weekend*) hal ini terjadi dikarenakan pada saat hari libur jumlah aktifitas penerbangan semakin banyak dan hal itu berbanding lurus dengan semakin meningkatkan aktifitas operasional lainnya yang terdapat di bandara. Maka dapat disimpulkan bahwasannya jumlah pesawat terbang yang terjadi pada saat hari libur (*weekend*) lebih banyak dari pada saat hari kerja (*weekdays*). Hal ini juga berbanding lurus dengan meningkatnya jumlah nilai kebisingan yang terjadi akibat tingginya kegiatan operasional yang terjadi di bandara.

Hal ini terjadi dikarenakan adanya aktifitas penerbangan pada saat operasi tinggal landas (*Take off*) dan mendarat (*Landing*) maupun oleh aktifitas gerakan pesawat di darat (*Taxiing*) serta adanya kegiatan operasional lain yang dapat menimbulkan suara bising yang semakin bertambah besar. Tercatat jumlah pesawat yang beroperasi setiap harinya rata-rata 220-250 aktifitas penerbangan disetiap harinya (PT. Angkasa Pura, 2017)

Dari hasil nilai yang didapatkan di wilayah sisi udara pada saat *weekdays* tersebut mewakili nilai sampling pada hari Senin tanggal 27 Februari 2017 hingga hari Kamis tanggal 2 Maret 2017 ini disebabkan oleh aktifitas kegiatan bandara dimana total jumlah kegiatan penerbangan berhasil di catat sejumlah 879 kegiatan lepas landas dan mendarat dengan keterangan yang dapat dilihat pada tabel 5.1. semakin tingginya jumlah lalu lintas pesawat yang ada maka semakin tinggi tingkat kebisingan yang terjadi karena suara mesin turbo/jet pesawat. Selain itu aktifitas operasional yang lain seperti kendaraan operasional bandara juga ikut menyumbang tingginya nilai kebisingan yang terjadi. Dimana kegiatan tersebut memang selalu dilakukan seperti suara dari kendaraan bus penjemput penumpang dari pesawat menuju terminal penumpang, mobil pembawa barang bagasi, mobil pengambil limbah pesawat, serta suara dari kendaraan operasional lain yang memang berlalu lalang di area sisi udara khususnya apron.

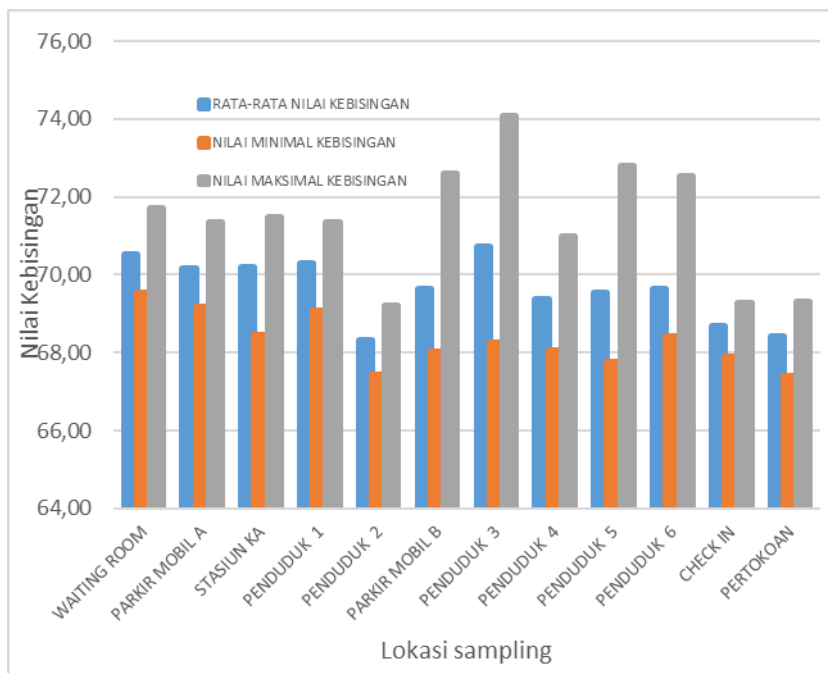
Dari hasil pengambilan data di wilayah sisi Darat ini di rumah menjadi peta visualisasi kunter kebisingan yang nantinya dapat mempermudah wilayah mana saja yang dalam katagori aman dan mana yang masuk wilayah katagori berbahaya yang di bedalkan dengan warna pada setiap kunter yang terdapat di peta tersebut, dimana batasan wilayah yang aman adalah wilayah yang berwarna hijau dan biru, sedangkan untuk wilayah yang berwarna merah atau jingga hal tersebut menandakan bahwasannya wilayah tersebut sebaiknya di hindari jikalau harus di wilayah tersebut maka perlu di lakakukan optimalisasi perlindungan pada setiap manusia yang berada di wilayah yang ber warna merah. Berikut telah terlampir peta hasil kunter kebisingan wilayah sisi darat yang dapat di lihat dalam tabel **Lampiran C.**

Setelah didapatkan hasil kebisingan yang terjadi maka, Hal ini perlu dilakukan pengendalian tingkat kebisingan yang terjadi dengan adalah upaya pengurangan volume suara dan juga menggunakan barrier alami dan buatan yakni dengan pohon rindang serta tanaman perdu yang di tanam di dalam pot dan juga tanaman perdu yang tahan hidup meski kurang perawatan, dan untuk barrier buatan digunakan tembok pasangan batu bata dengan plester agar dapat memantulkan suara kebisingan tidak sampai ke area luar bandara.

### **5.2.3 Analisis Tingkat Kebisingan Wilayah Sisi Darat**

Selanjutnya dilakukan analisis mengenai hubungan nilai kebsiinaan yang terjadi pada wilayah sisi darat yang meliputi area setasiun kereta api, area parkir mobil umum A yang berada di sisi barat laut dan area parkir mobil B yang terletak di sisi tenggara dari gedung terminal, area pemukiman penduduk 1, 5, dan 6 yang diambil di area timur laut bandara dan penduduk 2, 3.dan 4 area barat daya bandara dan area sisi dalam gedung terminal yang diwakili oleh area counter check in, area witingroom keberangkatan domestik, dan area pertokoan. Dari hasil sampling yang dilakukan didapatkan nilai Lsm tiap titik kemudian di cari nilai rata-rata minimum, dan maksimumnya, Dari hasil tabel tersebut maka dijadikan grafik akan dapat di baca dengan mudah

besaran tingkat perbedaan nilai kebisingan pada setiap titiknya , seperti grafik di bawah ini ;

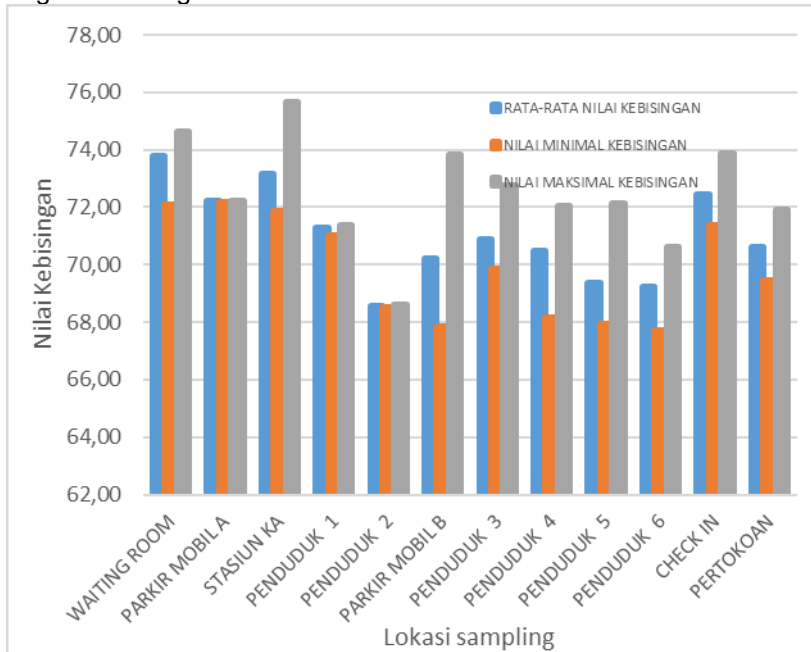


**Gambar 5. 3 Wilayah Sisi Darat Weekday**

Dari hasil gambar grafik 5.4 dapat dilihat bahwasannya nilai rata-rata kebisingan yang ditimbulkan adalah nilai rata-rata yang diambil dari perhitungan LSM selama 1 minggu dan dibagi menjadi 2 waktu yakni waktu weekday yang terdiri dari hari senin tanggal 27 Februari 2017 hingga hari Kamis tanggal 2 Maret 2017 dan weekend terdiri dari hari Jumat tanggal 3 Maret 2017 hingga hari Minggu 5 Maret 2017. Maka, dari hasil tingkat jumlah kegiatan penerbangan yang terjadi pada hari senin hingga hari Kamis tingkat fluktuasinya hampir sama maka dianggap mewakili waktu di hari kerja (*weekdays*) dan hari Jumat sampai Minggu juga memiliki jumlah kegiatan penerbangan yang hampir serupa jumlahnya maka di masukan pada bagian hari libur (*weekend*).

Kemudian ditentukan pesebarannya yakni dengan membagi tiap wilayah.

Dikarena ini adalah wilayah sisi darat maka setiap lokasinya tidak hanya dipengaruhi oleh aktifitas penerbangan saja akan tetapi juga aktifitas operasional lainnya seperti riuh pikuk suara pengunjung yang juga memungkinkan menimbulkan tingkat kebisingan di area sisi darat ini.



**Gambar 5. 4 Wilayah Sisi Darat Weekend**

Dari hasil Gambar 5.4 dan 5.5 nilai tingkat kebisingan pada saat weekend lebih tinggi dari pada saat weekday, Maka, dari hasil tingkat jumlah kegiatan penerbangan yang terjadi pada hari senin hingga hari kamis tingkat fluktuasinya hampir sama maka dianggap mewakili waktu di hari kerja (*weekdays*) dan hari jumat sampai minggu juga memiliki jumlah kegiatan penerbangan yang hampir serupa jumlahnya maka di masukan pada bagian hari libur (*weekend*). Kemudian ditentukan pesebarannya yakni

dengan membagi tiap wilayah hal tersebut dikarenakan tingginya tingkat aktifitas di bandara yang ramai akan pengunjung dan juga kegiatan operasional yang tinggi.

Dari hasil yang didapat pada wilayah sisi darat nilai kebisingan terjadi pada saat harii libur hal ini berbanding lurus dengan besarnya jumlah tingkat aktifitas penerbangan pada saat hari libur. Hal ini lah yang memicu semakin banayak pengunjung yang datang sebagai penumpang atau pun hanya sebagai pengantar kerabat yang menjadi penumpang.

Sebagian besar nilai kebisingan tertinggi di dapatkan pada lokasi pemukiman penduduk dimana pada loaksi pemukiman penduduk yang terdapat 6 titik lokasi yang berbeda rata-rata kebisingannya cukup tinggi yakni 70dB(A), dimana nilai baku mutu menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. KEP-48/MNLH/11/1996 tanggal 25 Nopember 1996 adalah 55 dB(A), hal ini memang dikarenakan karena adanya aktifitas bandara seperti suara pesawat yang melintas diatas kawasan pemukiman penduduk. Namun efek terbesar sesungguhnya ialah dikarenakan wilayah penduduk tersebut memiliki lalu lintas yang padat oleh kendaraan yang berlalu lalang ke menuju atau keluar Bandar, dan hal tersebut lah yang mengakibatkan tingginya tingkat kebisingan yang jadi. Maka diperlukan perencanaan pengelolaan pengurangan paparan bising dengan menggunakan barrier bising yang nantinya akan menganggulangi masalah kebisingan di wilayah pemukiman.

Sedangkan pada 2 lokasi parkir mobil A dan B ini disebabkan oleh kendaraan umum bandara yang berada dilokasi ini seperti bus damri, taksi maupun kendaraan pribadi yang ada di area parkir ini yang selalu ramai oleh penumpang dan suara klakson dari kendaraan umum yang mungkin hanya sekedar memarkirkan kendaraannya ataupun juga berlalu lalang untuk mencari penumpang di area tersebut dan juga adanya radio penginformasian dari bandara juga menambah tingkat kebisingan yang terjadi di area ini. Nilai yang di dapatkan di wilayah ini adalah 73 dB(A).

Menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. KEP-48/MNLH/11/1996 tanggal 25 Nopember 1996 yang diperbolehkan adalah 60 dB(A), maka area ini dianggap jauh melebihi standart baku mutu yang berlalu atau dianggap terlalu

bising. Maka perlunya dilakukan perencanaan ulang untuk pengurangan dampak paparan bising dengan adanya pemasangan barrier

Selanjutnya dikareanakan fasilitas penunjang di bandara ini cukup lengkap dan sangat memadai termasuk adanya stasiun kereta api. Stasiun ini letaknya tepat di depan gedung terminal bandara dan jalur rel kereta apinya membentang sepanjang area bandara hingga ke pusat kota Medan. Stasiun kereta api ini dibangun untuk memfasilitasi para penumpang yang akan menuju atau keluar bandara. Hal ini dirasa juga termasuk menambah nilai tingkat kebisingan yang terjadi di area dalam area bandara ini, dimana nilai pada stasiun ini rata-rata adalah lebih dari 71 dB(A),

Nilai kebisingan wilayah stasiun kereta api Railink dinyatakan melebihi baku mutu menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. KEP-48/MNLH/11/1996 tanggal 25 Nopember 1996 yang diperbolehkan yakni 70 dB(A). Hal ini dikarenakan jadwal kereta ini cukup padat dimana setiap jam selalu ada kereta yang datang dan keluar area bandara.

Terakhir di wilayah sisi darat ada 2 lokasi yang juga menjadi lokasi pengambilan sampling yakni area pertokan dan juga area counter check in, area ini juga dianggap terlalu ramai dan sangat tinggi tingkat kebisingannya dikarenakan ada suaran radio informasi yang selalu berbunyi keras setiap menitnya entah penginfoan jadwal penerbangan ataupun hanya sekedar penginfoan barang hilang. Serta banyaknya pengunjung yang bebas masuk ke dalam bandara tersebut. Meski area ini berada di area dalam gedung terminal pengunjung yang bukan penumpang pun bias dengan bebas masuk ke area ini, namun penumpang dan pengunjung akan dipisahkan di area counter check in.

Area counter check in ini biasanya menumpuk banyak pengantar yang akan berpisah dengan sanak saudara dan hal tersebutlah yang mengakibatkan tingkat kebisingannya tinggi. Selain itu di area dekat dengan countercheck ini terdapat toko yang menjual makanan ataupun barang, yang disuguhkan bebas untuk pengunjung, hal ini yang membuat bandara ini selalu ramai oleh banyak orang.

Didapatkan nilai tingkat kebisingan di wilayah ini adalah 72 dB(A) Nilai tersebut dinyatakan telah melebihi baku mutu,

karena menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. KEP-48/MNLH/11/1996 tanggal 25 Nopember 1996 baku mutu tingkat kebisingan yang diperbolehkan untuk kawasan perdagangan dan jasa adalah 70 dB(A).

Dari hasil pengambilan data di wilayah sisi Darat ini di rumah menjadi peta visualisasi kuntut kebisingan yang nantinya dapat mempermudah wilayah mana saja yang dalam katagori aman dan mana yang masuk wilayah katagori berbahaya yang di bedalkan dengan warna pada setiap kontur yang terdapat di peta tersebut, dimana batasan wilayah yang aman adalah wilayah yang berwarna hijau dan biru, sedanhkan untuk wilayah yang berwarna merah atau jingga hal tersebut menandakan bahwasannya wilayah tersebut sebaiknya di hindari jikalau harus di wilayah tersebut maka perlu di lakakukan optimalisasi perlindungan pada setiap manusia yang berada di wilayah yang ber warna merah. Berikut telah terlampir peta hasil kontur kebisingan wilayah sisi darat yang dapat di lihat dalam tabel **Lampiran C.**

Setelah didapatkan hasil kebisingan yang terjadi maka, Hal ini perlu dilakukan pengendalian tingkat kebisingan yang terjadi dengan adalah upaya pengurangan volume suara radio penginformasian dan juga menggunakan barrier alami yakni dengan tanaman perdu yang di tanam di dalam pot yang tentunya tahan dengan suhu Ac dan kurang intensitas cahaya karena lokasi peletakannya akan diletakkan di area dalam gedung terminal.

#### **5.2.4 Analisis Nilai Kebisingan Wilayah Sisi Udara-Darat**

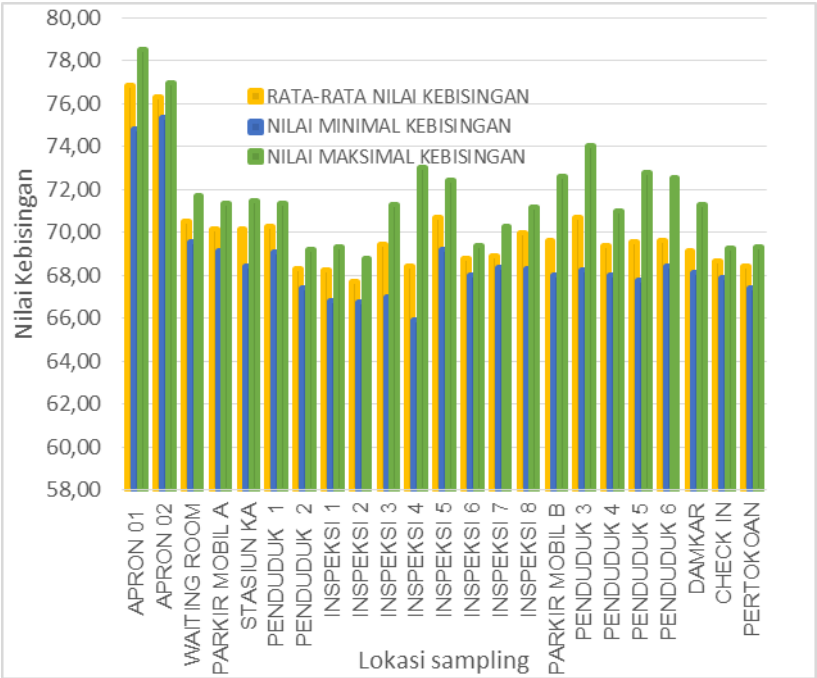
Dengan seiring berkembangnya transportasi udara maka semakin pesat pula tingkat aktifitas bandara dan hal tersebut akan berimbas pada nilai kebisingan yang terjadi dikawasan lingkungan bandara dan tercatat sebagai berikut intensitas kebisingan yang terjadi.

Dari hasil perhitungan LSM selama 1 minggu dan di bagi menjadi 2 waktu yakni weekday yang terdiri dari hari senin-kamis dan weekend terdiri dari hari jumat hingga hari minggu. Maka, dari hasil tingkat jumlah kegiatan penerbangan yang terjadi pada hari senin hingga hari kamis tingkat fluktuasinya hampir sama

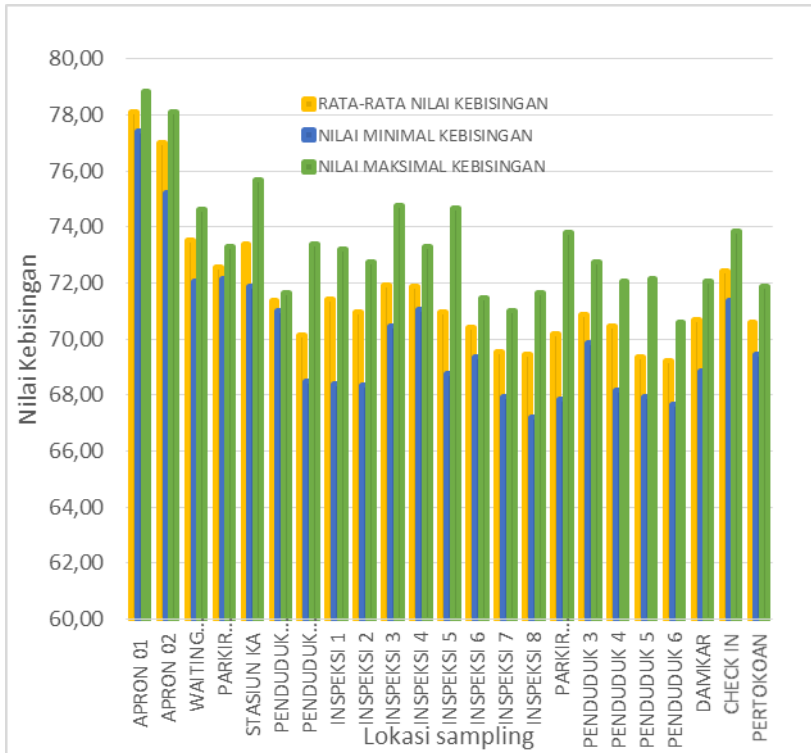


maka dianggap mewakili waktu di hari kerja (*weekdays*) dan hari jumat sampai minggu juga memiliki jumlah kegiatan penerbangan yang hampir serupa jumlahnya maka di masukan pada bagian hari libur (*weekend*). Kemudian ditentukan pesebarannya yakni dengan membagi tiap wilayah

Namun seluruh titik lokasi pengambilan data yakni sisi udara dna sisi darat di gabungkan menjadi satu agar dapat menganalisa bahwasannya sisi darat dan udara ini tingkat pesebarannya jauh berbeda atau tidak. Untuk mempermudah analisa maka akan di buatkan dalam bentuk grafik seperti dibawah ini :



Gambar 5. 5 Wilayah Sisi Udara-Darat Weekday



**Gambar 5. 6 Wilayahs Sisi Udara - Darat Weekend**

Dari hasil grafik 5.6 dan 5.7 didapatkan rata-rata tertinggi nilai kebisingan tertinggi memang terjadi di wilayah sisi udara yang memang dipengaruhi langsung oleh aktifitas pesawat terbang sedangkan untuk sisi darat banyak factor yang mempengaruhi kebisingan tersebut, mulai dari faktor pesawat terbang itu sendiri maupun kegiatan operasional lain yang dapat menimbulkan kebisingan yang terus menerus terjadi.

Dari hasil nilai kebisingan yang terdapat pada grafik 5.6 dan 5.7 nilai kebisingan tertinggi terjadi pada saat hari libur dimana seluruh aktifitas operasional penerbangan maupun operasional darat sedang mengalami peningkatan atau bahkan sedang berada di puncak-puncaknya kegiatan operasional hal ini .

Setelah dianalisa hasil dari nilai rata-rata yang didapatkan di kawasan bandara akan disinggung dengan nilai peraturan perundangan yang berlaku yakni Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. KEP-48/MNLH/11/1996 tanggal 25 Nopember 1996 yang dapat dilihat pada tabel 3.2 menerangkan bahwa area bandara memiliki nilai baku mutu maksimal 80 dB (A) sedangkan area pemukiman penduduk memiliki nilai baku mutu menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. KEP-48/MNLH/11/1996 tanggal 25 Nopember 1996 adalah maksimal 55 dB(A), sedangkan untuk stasiun kereta api memiliki nilai baku mutu sebesar 70 dB(A).

Dari hasil garfik tersebut menunjukkan bahwasannya untuk wilayah cakupan bandara seluruhnya dinyatakan dalam ambang batas aman dibawah baku mutu untuk kawasan bandara yang telah di tetapkan oleh Peraturan Pemerintah Republik Indonesia nomer 40 tahun 2012 tentang Pembangunan Dan Pelestarian Lingkungan Hidup Bandar Udara baku mutu nilai tingkat kebisingan yang diperbolehkan adalah 80 dB(A). karena seluruh lokasi pengambilan sampling mendapatkan nilai dibawah nilai ambang baku mutu 80 dB(A), namun tetap perlu adanya tindakan lanjutan untuk mengurangi paparan bising yang terjadi demi keselamatan dan keamanan kerja serta kenyamanan bagi pengunjung dan penumpang pengguna fasilitas bandara. Dikarenakan bandara ini adalah bandara bertaraf Internasional yang mengutamakan kenyamanan untuk para penumpang dan keselamatan bagi para pekerja maka upaya tindak lanjut perlu direncanakan kedepannya.

Sedangkan untuk wilayah pemukiman penduduk yang berada di dekat kawasan bandara nilai yang didapat jauh melampaui standar baku mutu menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. KEP-48/MNLH/11/1996 tanggal 25 Nopember 1996 yang diperbolehkan yakni 55 dB(A), hal ini dikarenakan banyak faktor, selain kawasan pemukiman penduduk tersebut cukup ramai dengan pemukiman, daerah tersebut memang juga dilintasi oleh pesawat terbang yang berlalu lalang, dan juga daerah pemukiman tersebut adalah daerah yang selalu di lintasi oleh pengguna jalan yang mengakses keluar masuk kawasan bandara, hal ini lah yang menyebabkan tingginya nilai kebisingan yang terjadi di wilayah pemukiman penduduk.

Untuk wilayah stasiun kereta api didapatkan nilai yang sedikit melebihi Standar baku mutu. Dimana hasil yang didapatkan adalah 70-71 dB(A), sedangkan nilai baku mutu menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. KEP-48/MNLH/11/1996 tanggal 25 Nopember 1996 yang diperbolehkan adalah 70 dB(A). Hal ini dikarenakan stasiun kereta api ini letaknya tepat berada di dalam wilayah bandara yang menghubungkan antara wialayah bandara dengan pusat kota Medan, jadi faktor yang terjadi ini disebabkan oleh suara kendaraan, kegiatan operasional bandara dan kegiatan dari kereta api itu sendiri yang bisa di katakan padat karena setiap 30 menit pasti ada kereta api yang datang dari pusat kota ataupun menuju ke pusat kota dari bandara ini.

Pada seluruh titik sampling yang diambil nilai kebisingannya telah dianggap mewakili seluruh wilayah dari sisi udara maupun sisi darat. Dimana titik sampling tersebut adalah wilayah dimana yang dinggap sebagai lokasi yang selalu ramai dan padat akan aktifitas operasional bandara maupun kegiatan para pengunjung bandara. Seluruh wilayah yang dilakukan titik sampling memiliki nilai kebisingan yang menggambarkan lokasi masing-masing dan keseluruhan wilayah memiliki tingkat kebisingan yang lebih tinggi pada saat hari libur. Dimana pada saat akhir pekan/ hari jumat banyak para penumpang menggunakan transportasi udara ini untuk liburan dan kembali lagi pada hari minggu, yakni hari dimana sebelum kegiatan rutinitas kerja dimulai. Jadi pada saat hari jumat sabtu minggu inilah tingkat kegiatan penerbangan meningkat tajam sesuai dengan jumlah permintaan para konsumen untuk memenuhi kebutuhan transportasi.

Dan dengan lengkapnya fasilitas yang terdapat di bandara tersebut. Membuat semakin ramainya pengunjung yang ada di wilayah bandara tersebut, bahkan banyak di temui pengunjung yang datang kebandara tersebut hanya ingin untuk makan siang atau berbelanja, hal tersebut dikarenakan memenag bandara ini di konsep seperti pusat perbelanjaan yang memebang dibuka bebas untuk seluruh pengunjung yang ingin menikmati fasilitas bandara mesti bukan sebagai penumpang bandara. Pada kawasan ini tepatnya di gedung terminal bandara pengunjung bebas masuk ke area tersebut dan untuk penumpang dan

pengantar di pisahkan di wilayah area counter check ini. Disinilah area bandara yang memang benar2 dipisahkan dengan para pengantar.

Dari hasil pengambilan data di wilayah sisi Darat ini di rumah menjadi peta visualisasi kunter kebisingan yang nantinya dapat mempermudah wilayah mana saja yang dalam katagori aman dan mana yang masuk wilayah katagori berbahaya yang di bedalkan dengan warna pada setiap kontur yang terdapat di peta tersebut, dimana batasan wilayah yang aman adalah wilayah yang berwarna hijau dan biru, sedangkan untuk wilayah yang berwarna merah atau jingga hal tersebut menandakan bahwasannya wilayah tersebut sebaiknya di hindari jikalau harus di wilayah tersebut maka perlu di lakakukan optimalisasi perlindungan pada setiap manusia yang berada di wilayah yang ber warna merah. Berikut telah terlampir peta hasil kontur kebisingan wilayah sisi darat yang dapat di lihat dalam tabel **Lampiran C**.

Setelah didapatkan hasil kebisingan yang terjadi maka, Hal ini perlu dilakukan pengendalian tingkat kebisingan yang terjadi dengan adalah upaya pengurangan volume suara dan juga menggunakan barrier alami dan buatan yakni dengan pohon rindang serta tanaman perdu yang di tanam di dalam pot dan juga tanaman perdu yang tahan hidup meski kurang perawatan, dan untuk barrier buatan digunakan tembok pasangan batu bata dengan plester agar dapat memantulkan suara kebisingan tidak sampai ke area luar bandara.

### **5.3 Hubungan Dampak Kebisingan Terhadap Kesehatan Pekerja dan Lingkungan Sekitar**

Paparan bising yang terjadi dapat membahayakan kesehatan manusia khususnya dalam penelitian kali ini paparan kebisingan tersebut dapat menyerang pada manusia yang berada di kawasan Bandara Internasional Kualanamu, khususnya karyawan dan penduduk sekitar bandara. Dimana karyawan dan penduduk adalah manusia yang paling sering terpapar bising langsung di lokasi secara terus menerus.

Gangguan Fisiologis seperti peningkatan tekanan darah, dan peningkatan denyut nadi pada karyawan yang terlalu sering

terpapar bising. Gangguan Psikologis berupa rasa tidak nyaman, kurang konsentrasi, susah tidur, emosi, dan lain-lain. Gangguan Komunikasi ini dapat menyebabkan terganggunya pekerjaan, bahkan mungkin terjadi kesalahan, terutama bagi pekerja baru yang belum berpengalaman. Gangguan komunikasi ini secara tidak langsung akan mengakibatkan bahaya terhadap keselamatan dan kesehatan tenaga kerja karena tidak mendengarkan teriakan atau isyarat tanda bahaya yang tentunya akan dapat menurunkan mutu pekerjaan dan produktivitas kerja. Gangguan Keseimbangan dapat mengakibatkan gangguan fisiologis seperti kepala pusing, mual, dan lain-lain. Gangguan Terhadap Pendengaran (Ketulian) adalah gangguan yang paling serius karena dapat menyebabkan hilangnya pendengaran atau ketulian.

Sesuai peraturan perundang-undangan ketenagakerjaan dan kesehatan yang berlaku yakni Standar kebisingan berdasarkan Surat Keputusan Menteri Tenaga Kerja No. Kep.51/MEN/1999 yang dapat di lihat pada tabel 3.1 menerangkan bahwa paparan bising yang diperbolehkan untuk lama paparan 8 jam/ hari adalah maksimum 85 dB(A). Selain pembatasan paparan yang terjadi karyawan juga perlu di bantu dengan menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) agar alat pendengrannya tetap terjaga dan mengurangi intensitas paparan.

Sedangkan untuk penduduk yang tinggal di kawasan yang berdekatan dengan wilayah bandara akan di buatkan pembatas/penghalang yang nantinya dapat mengirangi kadar paparan kebisingan yang terjadi. Dimana nantinya akan di sesuaikan dengan nilai ambang batass yang di perbolehkan menurut peraturan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. KEP-48/MNLH/11/1996 tanggal 25 Nopember 1996 yang dapat di lihat pada tabel 3.2 yang menerangkan area pemukiman penduduk tidak boleh lebih dari 55 dB(A).

#### **5.4 Alternatif Pengolahan dan Pengurangan Dampak Paparan Bising**

Dampak yang ditimbulkan oleh kebisingan ini cukup mengganggu dan dapat merugikan manusia dan lingkungan disekitar paparan, maka dari itu paparan kebisingan ini wajib di

tanggulangi dengan benar agar tidak menimbulkan masalah dan kerugian bagi perusahaan maupun penduduk sekitar kawasan bandara. Dimana cara penanggulangan yang dapat diterapkan di kawasan bandara adalah sebagai berikut :

1. Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD)
2. Pemasangan barrier

Dalam pembahasan selanjutnya akan dijelaskan secara satu persatu.

#### **5.4.1 Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD)**

Kebisingan adalah produk samping yang tidak diinginkan dari sebuah lingkungan Bandara yang disebabkan oleh kegiatan operasional Bandara yaitu bunyi suara mesin pesawat terbang yang menimbulkan kebisingan yang tidak hanya mempengaruhi aktifitas karyawan bandara (*Ground Handling*) dan penduduk yang tinggal di sekitar Bandara.

Peningkatan tingkat kebisingan yang terus menerus dari berbagai aktifitas pada lingkungan Bandara dapat berujung kepada gangguan kebisingan, efek yang ditimbulkan kebisingan

1. Efek psikologis pada manusia seperti (kebisingan dapat membuat kaget, mengganggu, mengacaukan konsentrasi).
2. Menginterferensi komunikasi dalam percakapan dan lebih jauh lagi akan menginterferensi hasil pekerjaan dan keselamatan kerja.
3. Efek fisis kebisingan dapat mengakibatkan penurunan kemampuan pendengaran dan rasa sakit pada tingkat yang sangat tinggi.

Berikut adalah hasil pemeriksaan kesehatan pendengaran para karyawan bandara sebagai berikut :

**Tabel 5. 5 Data Pendengaran Pekerja Bandara**

DAFTAR NAMA DINAS AMC (APRON MOVEMENT CONTROL) BANDAR UDARA INTERNASIONAL KUALANAMU DELI SERDANG-SUMATERA UTARA					
NO	NAMA	UNIT	LAMA BEKERJA	2016	2017
1	MR. X	AMC	KURANG LEBIH 30 TAHUN	BAIK	BAIK
2	MR. Xx	AMC	KURANG LEBIH 32TAHUN	TIDAK BAIK (SUARA KECIL SUSAH DIDENGAR)	TIDAK BAIK (SUARA KECIL SUSAH DIDENGAR)
3	MR. XA	AMC	KURANG LEBIH 32TAHUN	BAIK	BAIK
4	MR. XB	AMC	KURANG LEBIH 32TAHUN	BAIK	BAIK
5	MR. XC	AMC	KURANG LEBIH 2 TAHUN	BAIK	BAIK
6	MR. XD	AMC	KURANG LEBIH 2 TAHUN	BAIK	BAIK
7	MR. XE	AMC	KURANG LEBIH 2 TAHUN	BAIK	BAIK
8	MR. XF	AMC	KURANG LEBIH 2 TAHUN	BAIK	BAIK
9	MR. XG	AMC	KURANG LEBIH 2 TAHUN	BAIK	BAIK
10	MR. XH	AMC	KURANG LEBIH 2 TAHUN	BAIK	BAIK
11	MR. XI	AMC	KURANG LEBIH 2 TAHUN	BAIK	BAIK
12	MR. XJ	AMC	KURANG LEBIH 2 TAHUN	BAIK	BAIK
13	MR. XK	AMC	KURANG LEBIH 2 TAHUN	BAIK	BAIK
14	MR. XL	AMC	KURANG LEBIH 2 TAHUN	BAIK	BAIK
15	MR. XM	AMC	KURANG LEBIH 2 TAHUN	BAIK	BAIK
16	MR. XN	AMC	KURANG LEBIH 4 TAHUN	BAIK	BAIK
17	MR. XO	AMC	KURANG LEBIH 4 TAHUN	BAIK	BAIK
18	MR. XP	AMC	KURANG LEBIH 4 TAHUN	BAIK	BAIK
19	MR. XQ	AMC	KURANG LEBIH 3 TAHUN	BAIK	BAIK
20	MR. XR	AMC	KURANG LEBIH	BAIK	BAIK



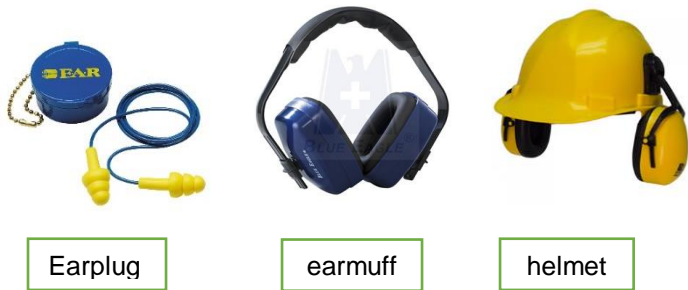
			3 TAHUN		
21	MR. XS	AMC	KURANG LEBIH 3 TAHUN	BAIK	BAIK
22	MR. XT	AMC	KURANG LEBIH 2 TAHUN	BAIK	BAIK
23	MR. XV	AMC	KURANG LEBIH 2 TAHUN	BAIK	TIDAK BAIK (SUARA KECIL SUSAH DIDENGAR)
24	MR. XW	AMC	KURANG LEBIH 3 TAHUN	BAIK	BAIK
25	MR. XX	AMC	KURANG LEBIH 3 TAHUN	BAIK	BAIK

Sumber : Kualanamu, 2017

Dari data tabel 5.5 bahwasannya dari 25 orang ada 2 orang yang pendengarannya kurang baik dengan selang 1 tahun pemeriksaan,hal ini menandakan ada besar kemungkinan semakin lama karyawan tersebut terpapar Bising maka akan semakin besar ekmungkinan jatuhnya korban.

Dimana untuk mengantisipasi bertambahnya korban paparan kebisingan setiap karyawan wajib menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) agar tidak terpapar bising terlalu parah. Karena dari gangguan yang ditimbulkan dapat mengurangi tingkat aktifitas kerja para karyawan bahkan juga bias menimbulkan dampak kerugian bagi perusahaan. Maka dari itu paparan tersebut dapat di kurangi dengan alat di bawah ini :

- Sumbat telinga (Earplug), dapat mengurangi kebisingan 8 – 30 dB(A). Biasanya digunakan untuk proteksi sampai dengan 100 dB(A). Beberapa tipe dari sumbat telinga antara lain : Formable type, Costum molded type, Premoled type
- Tutup telinga ( earmuff), dapat menurunkan kebisingan 25 – 40 dB(A). Digunakan untuk proteksi sampai dengan 110 dB(A).
- Helm (helmet), mengurangi kebisingan 40 – 50 dB(A)



**Gambar 5. 7 Alat Pelindung Diri (Telinga)**

Perhitungan Barrier

Perhitungan Tingkat Reduksi kebisingan oleh barrier buatan (pasangan batu bata) dapat digunakan dengan persamaan Fresnel (Miller dan Montone 1978) sebagai berikut :

Dengan ketentuan sebagai berikut :

- Ketinggian sumber bising ( $H_s$ ) adalah 2,1 m dengan pertimbangan bahwa ketinggian mesin pesawat sama dengan tinggi garbarata yakni 2,1 m dari tanah
- Tinggi penerima ( $H_p$ ) adalah tinggi manusia Indonesia rata-rata 160 cm
- Jarak sumber bising ke penghalang ( $R$ ) bervariasi dengan tujuan untuk mendapatkan nilai paling maksimal untuk menurunkan tingkat kebisingan yang terjadi
- Jarak penerima ke penghalang ( $D$ ) bervariasi dengan tujuan untuk menurunkan tingkat kebisingan yang terjadi
- Tinggi efektif penghalang ( $H_b$ ) adalah anatara 3 m hingga 4 meter dengan tujuan untuk mendapatkan tinggi yang paling efektif untuk menurunkan tingkat kebisingan yang terjadi.
- Untuk panjang gelombang dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

$$\lambda = \frac{340 \left( \frac{m}{dt} \right)}{1000 \text{ Hz}} = 0,34 \text{ m}$$

contoh perhitungan dapat dilihat dari perhitungan di bawah ini :

$$X = \sqrt{R^2 + (Hb - Hs)^2}$$

$$X = \sqrt{100^2 + (3m - 2,1m)^2}$$

$$X = 100 \text{ m}$$

$$Y = \sqrt{D^2 + (Hb - Hp)^2}$$

$$Y = \sqrt{10^2 + (3m - 1,6m)^2}$$

$$Y = 10,10 \text{ m}$$

$$Z = \sqrt{(R + D)^2 + (Hp - Hs)^2}$$

$$Z = \sqrt{(100 + 10)^2 + (1,6 - 2,1)^2}$$

$$Z = 110 \text{ m}$$

$$N = \left(\frac{2}{\lambda}\right) + (X + Y + Z)$$

$$N = \left(\frac{2}{340 \text{ m}}\right) + (100 + 100 + 110)$$

$$N = 5,98 \text{ m}$$

Untuk mengetahui hasil perhitungan bilangan Fresnel (N) dengan menggunakan variasi ketinggian efektif yang dapat dilihat pada tabel berikut :

- Tinggi penghalang 3 meter

**Tabel 5. 6 Perhitungan X Untuk ketinggian Efektif 3 M**

NO	hb	hs	R	X
1	3,00	2,1	100	100
2	3,00	2,1	150	150
3	3,00	2,1	200	200
4	3,00	2,1	250	250
5	3,00	2,1	300	300
6	3,00	2,1	350	350
7	3,00	2,1	400	400
8	3,00	2,1	500	500
9	3,00	2,1	550	550
10	3,00	2,1	600	600

**Tabel 5. 7 Perhitungan Y Untuk ketinggian Efektif 3 M**

NO	hb	hp	D	Y
1	3,00	1,6	10	10,10
2	3,00	1,6	20	20,05
3	3,00	1,6	30	30,03
4	3,00	1,6	40	40,02
5	3,00	1,6	50	50,02
6	3,00	1,6	60	60,02
7	3,00	1,6	70	70,01
8	3,00	1,6	80	80,01
9	3,00	1,6	90	90,01
10	3,00	1,6	100	100,01

**Tabel 5. 8 Perhitungan Z Untuk ketinggian Efektif 3 M**

NO	Hp	hs	R	D	Z
1	1,6	2,1	100	10	110
2	1,6	2,1	150	20	170

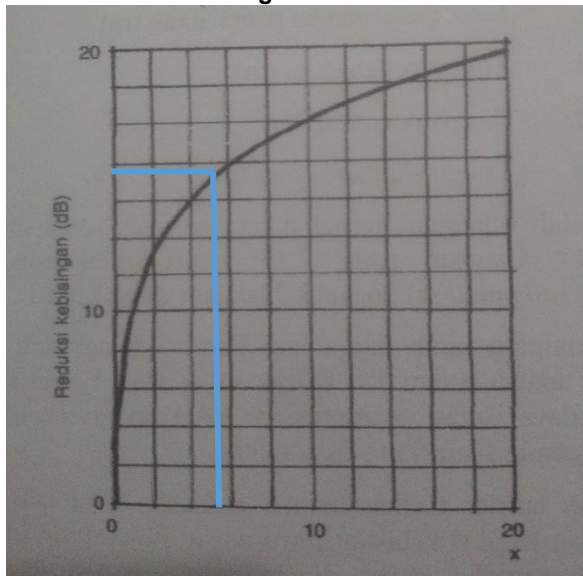
3	1,6	2,1	200	30	230
4	1,6	2,1	250	40	290
5	1,6	2,1	300	50	350
6	1,6	2,1	350	60	410
7	1,6	2,1	400	70	470
8	1,6	2,1	500	80	580
9	1,6	2,1	550	90	640
10	1,6	2,1	600	100	700

**Tabel 5. 9 Perhitungan N Untuk ketinggian Efektif 3 M**

NO	X	Y	Z	X+Y-Z	N
1	100,00	10,10	110,00	0,10	5,98
2	150,00	20,05	170,00	0,05	5,93
3	200,00	30,03	230,00	0,03	5,92
4	250,00	40,02	290,00	0,03	5,91
5	300,00	50,02	350,00	0,02	5,90
6	350,00	60,02	410,00	0,02	5,90
7	400,00	70,01	470,00	0,01	5,90
8	500,00	80,01	580,00	0,01	5,90
9	550,00	90,01	640,00	0,01	5,89
10	600,00	100,01	700,00	0,01	5,89

Dari hasil diatas didapatkan nilai Fresnel tertinggi adalah 5,89 setelah itu di plotkan dalam grafik reduksi suara (Lord, 2001) Didapatkan nilai penurunan /reduksi kebisingan sebesar 17,6 dB(A)

**Gambar 5. 8 Grafik Tingkat Reduksi barrier 3 M**



Didapatkan nilai reduksi kebisingan sebesar 17,6 dB(A)

- Tinggi penghalang 3,5 meter

**Tabel 5. 10 Perhitungan X Untuk ketinggian Efektif 3,5 M**

NO	hb	hs	R	X
1	3,50	2,1	100	100
2	3,50	2,1	150	150
3	3,50	2,1	200	200
4	3,50	2,1	250	250
5	3,50	2,1	300	300
6	3,50	2,1	350	350
7	3,50	2,1	400	400
8	3,50	2,1	500	500
9	3,50	2,1	550	550
10	3,50	2,1	600	600

**Tabel 5. 11 Perhitungan Y Untuk ketinggian Efektif 3,5 M**

NO	hb	hp	D	Y
1	3,50	1,6	10	10,18
2	3,50	1,6	20	20,09
3	3,50	1,6	30	30,06
4	3,50	1,6	40	40,05
5	3,50	1,6	50	50,04
6	3,50	1,6	60	60,03
7	3,50	1,6	70	70,03
8	3,50	1,6	80	80,02
9	3,50	1,6	90	90,02
10	3,50	1,6	100	100,02

**Tabel 5. 12 Perhitungan Z Untuk ketinggian Efektif 3,5 M**

NO	Hp	hs	R	D	Z
1	1,6	2,1	100	10	110
2	1,6	2,1	150	20	170
3	1,6	2,1	200	30	230
4	1,6	2,1	250	40	290
5	1,6	2,1	300	50	350
6	1,6	2,1	350	60	410
7	1,6	2,1	400	70	470
8	1,6	2,1	500	80	580
9	1,6	2,1	550	90	640
10	1,6	2,1	600	100	700

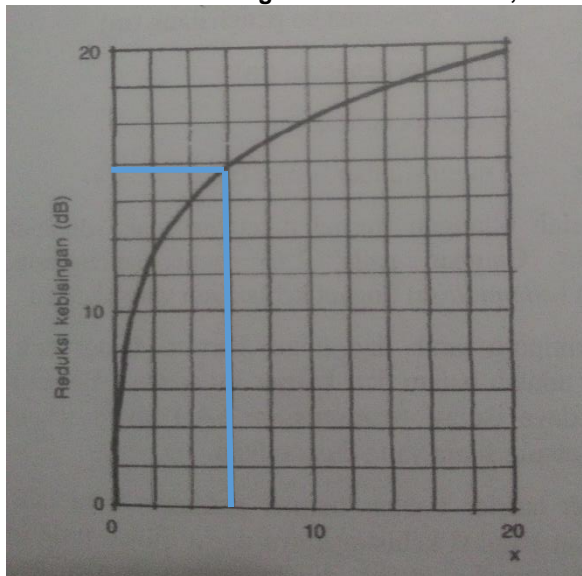
**Tabel 5. 13 Perhitungan N Untuk ketinggian Efektif 3,5 M**

NO	X	Y	Z	X+Y-Z	N
1	100,01	10,18	110,00	0,19	6,07
2	150,01	20,09	170,00	0,10	5,98
3	200,00	30,06	230,00	0,06	5,95
4	250,00	40,05	290,00	0,05	5,93

5	300,00	50,04	350,00	0,04	5,92
6	350,00	60,03	410,00	0,03	5,91
7	400,00	70,03	470,00	0,03	5,91
8	500,00	80,02	580,00	0,02	5,91
9	550,00	90,02	640,00	0,02	5,90
10	600,00	100,02	700,00	0,02	5,90

Dari hasil diatas didapatkan nilai Fresnel tertinggi adalah 5,9 setelah itu di plotkan dalam grafik reduksi suara (Lord, 2001) Didapatkan nilai penurunan /reduksi kebisingan sebesar 17,7 dB(A)

**Gambar 5. 9 Grafik Tingkat Reduksi barrier 3,5 M**





- Tinggi penghalang 4 m

**Tabel 5. 14 Perhitungan X Untuk ketinggian Efektif 4 M**

NO	hb	hs	R	X
1	4,00	2,1	100	100
2	4,00	2,1	150	150
3	4,00	2,1	200	200
4	4,00	2,1	250	250
5	4,00	2,1	300	300
6	4,00	2,1	350	350
7	4,00	2,1	400	400
8	4,00	2,1	500	500
9	4,00	2,1	550	550
10	4,00	2,1	600	600

**Tabel 5. 15 Perhitungan Y Untuk ketinggian Efektif 4 M**

NO	hb	hp	D	Y
1	4,00	1,6	10	10,28
2	4,00	1,6	20	20,14
3	4,00	1,6	30	30,10
4	4,00	1,6	40	40,07
5	4,00	1,6	50	50,06
6	4,00	1,6	60	60,05
7	4,00	1,6	70	70,04
8	4,00	1,6	80	80,04
9	4,00	1,6	90	90,03
10	4,00	1,6	100	100,03

**Tabel 5. 16 Perhitungan Z Untuk ketinggian Efektif 4 M**

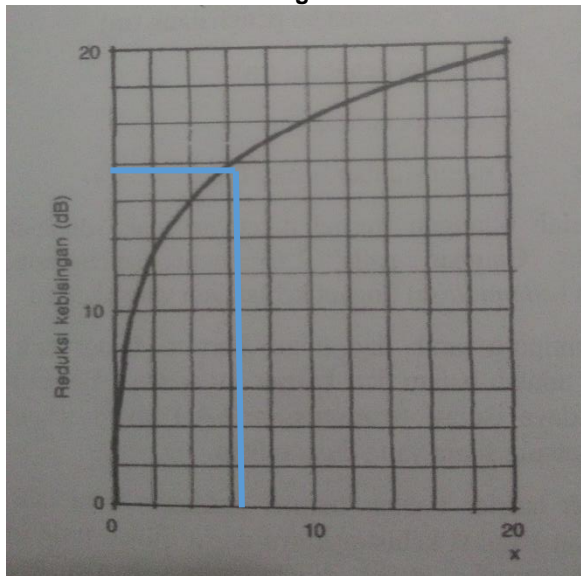
NO	Hp	hs	R	D	Z
1	1,6	2,1	100	10	110
2	1,6	2,1	150	20	170
3	1,6	2,1	200	30	230
4	1,6	2,1	250	40	290
5	1,6	2,1	300	50	350
6	1,6	2,1	350	60	410
7	1,6	2,1	400	70	470
8	1,6	2,1	500	80	580
9	1,6	2,1	550	90	640
10	1,6	2,1	600	100	700

**Tabel 5. 17 Perhitungan N Untuk ketinggian Efektif 4 M**

NO	X	Y	Z	X+Y-Z	N
1	100,02	10,28	110,00	0,30	6,18
2	150,01	20,14	170,00	0,15	6,04
3	200,01	30,10	230,00	0,10	5,99
4	250,01	40,07	290,00	0,08	5,96
5	300,01	50,06	350,00	0,06	5,95
6	350,01	60,05	410,00	0,05	5,94
7	400,00	70,04	470,00	0,05	5,93
8	500,00	80,04	580,00	0,04	5,92
9	550,00	90,03	640,00	0,04	5,92
10	600,00	100,03	700,00	0,03	5,91

Dari hasil diatas didapatkan nilai Fresnel tertinggi adalah 5,91 setelah itu di plotkan dalam grafik reduksi suara (Lord, 2001) Didapatkan nilai penurunan /reduksi kebisingan sebesar 17,8 dB(A)

**Gambar 5. 10 Grafik Tingkat Reduksi barrier 4 M**



Setelah melihat hasil penurunan tiap- - tipe ketinggian efektif yang mempunyai selisih sedikit, maka untuk menghemat biaya yang dikeluarkan dan keefektifan barrier dalam mereduksi tingkat kebisingan , maka dipilih pasangan batu bata dengan plester dengan ketinggian 4 m, yakni memiliki nilai reduksi sebesar 17,8 dB(A) untuk barrier buatan.

#### **5.4.2 Perhitungan Barrier Alami**

Barrier alami adalah barrier yang terdiri dari tanaman. Untuk perhitungan ini terdiri dari tanaman yang tumbuh dari atas (pucuk) sampai bawah. Untuk barrier alami ini bahan yang digunakan adalah pohon dan semak. Tingkat Reduksi kebisingan dengan menggunakan rumus (beranek,1971)

$$\text{Atenuasi} = (0,8 \log f - 0,31) r$$

Dimana :

f = frekuensi (Hz)

r = jarak antara sumber kebisingan dengan barrier alami

dengan rumus tersebut maka didapatkan hasil sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\text{reduksi kebisingan} &= (0,8 \log 1000 - 0,31) 50 \\ &= 11,5\end{aligned}$$

Dan berikut adalah hasil perhitungan nilai kebisingan yang dapat direduksi oleh barrier alami pada setiap lokasinya :

**Tabel 5. 18 Nilai Reduksi Kebisingan Menggunakan Barrier Alami**

NO	NAMA LOKASI SAMPLING	nilai max	jarak sumber ke barrier	Barrier Alami	Hasil Setelah Reduksi
1	APRON 01	78,84	20	4,6	74,24
2	APRON 02	78,14	20	4,6	73,54
3	WAITING ROOM KEBERANGKATAN DOMESTIK	74,62	80	18,4	56,22
4	AREA PARKIR MOBIL UMUM A	73,33	200	46	27,33
5	STASIUN KERETA API RAILINK	75,67	100	23	52,67
6	AREA PEMUKIMAN PENDUDUK 1	71,67	225	51,75	19,92
7	AREA PEMUKIMAN PENDUDUK 2	73,38	190	43,7	29,68
8	JALUR INSPEKSI 1	73,22	120	27,6	45,62
9	JALUR INSPEKSI 2	72,78	20	4,6	68,18
10	JALUR INSPEKSI 3	74,78	20	4,6	70,18
11	JALUR INSPEKSI 4	73,30	100	23	50,30
12	JALUR INSPEKSI 5	74,67	150	34,5	40,17
13	JALUR INSPEKSI 6	71,48	200	46	25,48
14	JALUR INSPEKSI 7	71,03	210	48,3	22,73
15	JALUR INSPEKSI 8	71,65	220	50,6	21,05

16	AREA PARKIR MOBIL UMUM B	73,82	200	46	27,82
17	AREA PEMUKIMAN PENDUDUK 3	74,07	170	39,1	34,97
18	AREA PEMUKIMAN PENDUDUK 4	72,05	180	41,4	30,65
19	AREA PEMUKIMAN PENDUDUK 5	72,78	205	47,15	25,63
20	AREA PEMUKIMAN PENDUDUK 6	72,54	210	48,3	24,24
21	AREA PEMADAM KEBAKARAN	72,06	65	14,95	57,11
22	AREA COUNTER CHECK IN	73,88	150	34,5	39,38
23	AREA PERTOKOAN	71,91	150	34,5	37,41

Dari perhitungan tabel 5.18 dapat dilihat bahwa barrier alami lebih efisien dibandingkan dengan barrier buatan. Yang perlu diperhatikan dari penggunaan barrier alami adalah penutupan celah agar barrier alami rapat yaitu dengan cara menanam secara bercampur antara pohon besar dan pohon perdu. Jenis pohon yang ditanam harus sesuai dengan ekosistem setempat (tanaman local) agar tanaman dapat bertahan lama.

Pohon ini harus memiliki kriteria sebagai berikut :

- Mudah tumbuh
- Perawatannya mudah
- Bercabang dan beranting banyak
- Daunnya tidak mudah rontok
- Dan memiliki nilai keindahan agar menambah estetika lingkungan.



**Gambar 5. 11 Glodongan (*polyalthea longifolia*) bougenvil (*bougenvil sp.*)**

Dengan demikian tingkat kebisingan yg didapat dapat dikurangi dengan nilai reduksi yang di hasilkan dengan bantuan barrier buatan ini. Berikut hasil pengurangan hasil reduksinya :

**Tabel 5. 19 Hasil Nilai Kebisingan Setelah Reduksi Dengan Barrier**

NO	Nama Lokasi Sampling	Nilai max	Barrier Buatan	Barrier Alami	Hasil Setelah Reduksi	Baku mutu
1	Apron 1	78,84		4,6	74,24	80
2	Apron 2	78,14		4,6	73,54	80
3	Waitingroom	74,62		18,4	56,22	60
4	ParkirMobil A	73,33		46	27,33	60
5	Stasiun Kereta	75,67		23	52,67	60
6	Penduduk 1	71,67	17,8	51,75	2,12	55
7	Penduduk 2	73,38	17,8	43,7	11,88	55
8	Inspeksi 1	73,22	17,8	27,6	27,82	80
9	Inspeksi 2	72,78	17,8	4,6	50,38	80
10	Inspeksi 3	74,78	17,8	4,6	52,38	80
11	Inspeksi 4	73,30	17,8	23	32,50	80
12	Inspeksi 5	74,67	17,8	34,5	22,37	80
13	Inspeksi 6	71,48	17,8	46	7,68	80

14	Inspeksi 7	71,03	17,8	48,3	4,93	80
15	Inspeksi 8	71,65	17,8	50,6	3,25	80
16	ParkirMobil B	73,82		46	27,82	60
17	Penduduk 3	74,07	17,8	39,1	17,17	55
18	Penduduk 4	72,05	17,8	41,4	12,85	55
19	Penduduk 5	72,78	17,8	47,15	7,83	55
20	Penduduk 6	72,54	17,8	48,3	6,44	55
21	Pemadam kebakaran	72,06		14,95	57,11	65
22	Counter Check in	73,88		34,5	39,38	70
23	Area Pertokoan	71,91		34,5	37,41	70

Sumber : hasil perhitungan

Dari hasil perhitungan diatas bahwasannya hasil reduksi yang telah di bandingkan dengan standar baku mutu kebisingan yang di perbolehkan menurut peraturan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. KEP-48/MNLH/11/1996 tanggal 25 Nopember 1996 yang dapat di lihat pada tabel 3.2 tidak didapati lokasi yang melebihi standar baku mutu yang telah di tetapkan.

Apron adalah lokasi dimana pesawat sedang terparkir atau sedang menunggu penumpang yang akan naik pesawat. Di lokasi ini didapati nilai kebisingan yang cukup tinggi yang diakibatkan oleh suara mesin jet pesawat yang sedang menyala. Dan dilokasi ini diirencanakan alami saja karena dilokasi ini hanya bisa di pasang tanaman dalam pot yang berjarak sekitar 20 meter dari sumber yang letaknya tepat di area sisi terluar gedung untuk mengantisipasi suara bising masuk ke area gedung terminal

*Waitingroom*, lokasi ini memiliki tingkat kebisingan cukup tinggi bukan bersumber dari suara mesin pesawat atau kegiatan operasional didaerah landasan, namun disebabkan oleh tingginya jumlah pengunjung yang ada pada saat itu dan juga suara-suara informan yang muncul setiap menit untuk mengabarkan

info kedatangan dan keberangkatan penerbangan, serta tingginya aktifitas kegiatan penumpang yang sedang menunggu jam keberangkatan yang dapat menimbulkan suara-suara bising yang cukup tinggi. Di area ini hanya di rencanakan dengan menggunakan barrier alami dikarenakan tanaman dalam pot dapat diaplikasikan di dalam ruangan dan juga memperindah estetika ruangan. Sedangkan barrier buatan tidak dapat diaplikasikan di dalam ruangan karena selain strukturnya tidak memungkinkan di area gedung juga sudah terpasang kaca pembatas yang memisahkan area gedung dengan area landasan.

Sedangkan untuk di wilayah parkir A dan B Lokasi ini letaknya tepat di depan gedung terminal tepat disisi barat laut dan tenggara sebelah stasiun kereta api. Tingginya nilai kebisingan yang terjadi di sini disebabkan oleh kegiatan operasional kendaraan umum dan pribadi yang ada di wilayah tersebut, dan juga adanya factor dari kegiatan stasiun kereta api, namun mengapa di daerah ini tidak dapat di reduksi dengan menggunakan barrier buatan karena dilokasi ini sangat tidak memungkinkan di gunakannya barrier buatan yang dapat di letakkan pada lokasi ini jadi tingkat reduksi yang terjadipun hanya bisa dibantu dengan barrier alami yang berjarak dari sumber sekitar 200 meter, tanaman ini nantinya akan di tanam mengelilingi wilayah area parkir A dan B untuk mengurangi kebisingan di wilayah ini.

Stasiun kereta api lokasi ini adalah lokasi yang sesungguhnya memiliki tingkat kebisingan tertinggi di kalangan lokasi pengambilan titik wilayah sisi darat, dikarenakan dilokasi ini terdapat jalur kereta api yang melintas tepat di tengah- tengah bandara dengan jumlah aktifitas kereta api yang cukup tinggi yakni setiap 30 menit kereta api selalu melintas , dan lokasi ini juga sangat susah digunakannya barrier buatan karena tidak adanya lokasi yang dapat digunakan untuk pemasangan barrier buatan tersebut, maka direncanakan dengan menggunakan barrier alami yang berjarak 50 m dari sumber, jadi nantinya akan ditanami pohon-pohon dan tanaman perdu sepanjang jalur kereta api hingga area keluar bandara.

Area pemukiman penduduk ini akan diantisipasi dengan 2 metode yakni dengan pengaplikasian barrier buatan dan juga barrier alami. Barrier buatan akan di buat tepat di batas terakhir



tanah milih bandara mengelilingi seluruh wilayah bandara dan kemudian 50 m dari barrier buatan setinggi 4m akan ditanami dengan tamana perdu untuk mengurangi tingkat kebisingan yang terjadi di area bandara. Jadinya nanti barrier-barrier ini akan mengisolasi bandara dari kebisingan yang dapat menyebar ke wilayah pemukiman sekaligus menjaga keamanan wilayah bandara dari penyusup.

Area jalur inspeksi ini adalah jalur untuk petugas melakukan inspeksi atau kontroling di wilayah terluar bandara. Di wilayah jalur inspeksi 1 sampai 4 adalah jalur dimana yang langsung bersinggungan dengan run way di titik ini lah nilai kebisingan tertinggi terjadi. Maka sepanjang jalur inspeksi akan di bangun barrier buatan dan alami yang nantinya juga menjadi barrier pembatas antara wilayah bandara dan penduduk.

Area pemadam kebakaran ini lokasinya berdekatan dengan wilayah apron 1 dimana dilokasi ini terdapat juga gudang kargo jadi dikarenakan wilayah ini adalah termasuk area vital yang tidak diperkenankan untuk emembangun sesuatu maka hanya akan direncanakan barrier alami yang nantinya kan di tanam dengan jarak 65 m dari jarak sumber. Reduksi ini dilakukan agar kesehatan para karyawan yang ada disekitar lokasi ini tidak terganggu oleh dampak kebisingan yang terjadi.

Area counter check ini dan area pertokoan ini lokasinya sama-sama di dalam gedung terminal. Di area ini tingkat kebisingan bersumber dari aktifitas manusia yang ada di area tersebut dan juga bersumber dari suara radio penginformasian yang cukup tinggi, maka di rencanakan barrier alami yakni tumbungan perdu di dalam pot yang dapat mereduksi kebisingan sekaligus akan menambah estetika ruang. Seluruh wilayah tersebut dapat di lihat dalam **Lampiran C** area pemasangan barrier.

## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **6.1 Kesimpulan**

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil suatu kesimpulan bahwa :

1. Nilai kebisingan yang dilakukan selama 1 minggu mulai dari hari Senin tanggal 27 Februari 2017- Minggu 5 Maret 2017 dipisahkan menjadi 2 waktu menurut fluktuasi besaran tingkat kebisingan yang terjadi, yakni untuk hari kerja meliputi hari Senin-Kamis dan hari libur meliputi hari Jumat-Minggu. Hasil penelitian nilai kebisingan tertinggi terjadi pada saat hari libur dengan rata-rata nilai kebisingannya Wilayah sisi Udara *Weekdays* : 70,39 dB(A) Wilayah sisi Udara *Weekend* : 72,04 dB(A), Wilayah sisi Darat *Weekdays* : 69,54 dB(A), Wilayah sisi darat *Weekend* : 70,76 dB(A), Wilayah sisi Udara-Darat *Weekdays* : 69,35 dB(A), Wilayah sisi Udara-Darat *Weekend* : 70,30 dB(A)
2. Peta kontur menunjukkan pada wilayah sisi udara peta kontur yang tergambar hasilnya menunjukkan pola garis berdominan warna jingga dan merah yakni kisaran 68-75. Dan untuk wilayah sisi darat bentuk peta kontur yang tergambar didominasi oleh warna kuning dan jingga yakni kisaran 65-70 dB (A). Meskipun begitu hasil nilai kebisingan tersebut tidak melebihi baku mutu yang telah ditetapkan peraturan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. KEP-48/MNLH/11/1996 tanggal 25 Nopember 1996
3. Upaya pengurangan paparan kebisingan yang terjadi dengan menggunakan alat pelindung diri untuk pekerja seperti petugas apron wajib menggunakan Earplug pada saat bertugas di dekat pesawat dan juga pemasangan barrier alami berjenis pohon yang dipadukan dengan tanaman perdu seperti glodongan (*polyalthea longifolia*) dan bougenvil (*bougenvil sp.*) di sepanjang area bandara untuk mengurangi besaran kebisingan. Untuk mengurangi paparan agar tidak sampai ke wilayah

pemukiman penduduk maka dipasanglah barrier buatan yang terbuat dari pasangan beton ringan tanpa plester agar dapat menyerap suara dan mengurangi paparan ke wilayah penduduk.

## **6.2 Saran**

Beberapa hal yang perlu dijadikan saran atau masukan dalam penelitian ini adalah :

1. Perlu dilakukan pengukuran kebisingan secara berkala untuk mengetahui dan mengontrol tingkat kebisingan sesuai dengan batas baku mutu tingkat kebisingan dan peraturan yang berlaku.
2. Disepanjang garis terluar bandara dan pemukiman sebaiknya di bangun barrier yang nantinya dapat mereduksi tingkat kebisingan yang terjadi, serta pemasangan insulasi barrier ditempat yang memiliki tingkat kebisingan yang tinggi untuk mencapai kenyamanan dan kesehatan lingkungan bandara
3. Perlu adanya penelitian lanjutan tentang akibat kebisingan bandara terhadap kondisi fisik dan psikologis karyawan dan juga masyarakat sekitar bandara
4. Perlu dilakukan penataan ulang untuk beberapa wilayah agar dapat mengurangi dampak bising dan juga untuk pembangunan barrier yang tepat, efisien dan juga memiliki estetika yang baik agar bandara ini dapat dikatan sebagai bandara yang ramah lingkungan dan berestetika tinggi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Angkasapura.2016. Website Resmi Bandara Internasional Kualanamu di akses tanggal 20 Oktober 2016; <http://www.kualanamu-airport.co.id>
- A.M. Sugeng Budiono. 2003. *Bunga Rampai Hiperkes dan Kesehatan Kerja*. Semarang : Badan Penerbit UNDIP.
- Alwi, Syafarudin. 2008. *Manajemen Sumber Daya Manusia*. Edisi kedua. Yogyakarta: BPFE Yogyakarta
- Annie, Yusuf. 2000., *Bising Bisa Timbulkan Tuli*. diakses tanggal 20 oktober 2016; <http://www.kompas.com>.
- Balai Hiperkes. 2004. *Buku Pedoman Praktikum Laboratorium K3*. Semarang: Balai Hiperkes Jawa Tengah.
- Buchari, Alma.2007,*Manajemen Pemasaran & Pemasaran Jasa*. Bandung: CV. Alfabeta.
- Cholidah, 2006. *Perbedaan Ambang Pendengaran Tenaga Kerja Setelah Terpapar Kebisingan dan Sesudah Bekerja pada Lingkungan Bising Departemen Ring Frame Unit Spinning I PT. Apac Inti Corpora*. Universitas Negeri Semarang
- Davis, M. L. dan Cornwell, D. A. 1991. *Introduction to Environmental Enginee- ring . Second edition*. Mc-Graw-Hill, Inc. New York.
- Harrington, & Gill, 2005. *Buku Saku Kesehatan Kerja*. Jakarta : EGC
- Kementerian Kesehatan RI. 1987. *Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 718/MEN.KES./PER/XI/1987 tentang Kebisingan yang Berhubungan dengan Kesehatan*. Jakarta.
- Kementerian Lingkungan Hidup RI. 1996. *Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor KEP-48/MENLH/11/1996 tentang Baku Tingkat Kebisingan*. Jakarta.
- Kepmenaker No. 51/MEN/1999 *Tentang NAB Faktor Fisika di Tempat Kerja*. Departemen Tenaga Kerja RI.
- Maekawa Z, Lord P. (1994).”Environmental and Architectural Acoustics”. E & FN SPON. London. pp 11-12.
- Perjanjian IATA (*International Air Transport Association*). Jakarta
- Pradyadari, Rani. 2014. *Implementasi Alogaritma Least Mean Square dengan Adaptive Filter Untuk Proses Penghapusan Derau Sinyal Suara*. Bukit Jimbaran. Universitas Udayana
- Sasongko, D., dkk. 2000. *Kebisingan Lingkungan*. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro.

- Subaris, H.dan Haryono, 2008. *Hygiene Lingkungan Kerja*.  
Jogyakarta, Mitra Cendikia Press
- Suma'mur, PK, 2009. *Higene Perusahaan dan Kesehatan Kerja*.  
Gunung Agung, Jakarta.
- R. Darmanto. 1995. *Keselamatan Kerja Dan Pencegahan  
Kecelakaan Di Perusahaan*.
- Tambunan, S.T.B., 2005. *Kenidingsn Di Tempat Kerja  
(Occupational Noise)*. Penerbit ANDI, Yogyakarta.
- Tarwaka, dkk. 2004. *Ergonomi Untuk Keselamatan, Kesehatan  
Kerja dan Produktivitas*. UNIBA PRESS. Cetakan Pertama.  
Surakarta. Hal. 35; 97-101;
- Tarwaka, dkk., 2008. *Keselamatan dan Kesehatan Kerja*.  
Surakarta: Harapan Press
- Wilianto, Toto. 2014. *Makalah Surfer Teknik Survey*. Malakah  
program Surfer. Purwokerto.



## **LAMPIRAN A**

**Tabel nilai kebisingan Sisi Udara Weekdays**

No	Lokasi	senin	selasa	rabu	kamis	rata-rata	min	max
1	Apron 01	74,85	76,46	77,56	77,56	76,60	74,85	77,56
2	Apron 02	76,59	75,38	77,00	76,21	76,29	75,38	77,00
3	Jalur Inspeksi 1	69,32	66,82	68,84	68,08	68,26	66,82	69,32
4	Jalur Inspeksi 2	66,77	68,81	67,76	67,46	67,70	66,77	68,81
5	Jalur Inspeksi 3	69,34	67,00	71,29	70,24	69,47	67,00	71,29
6	Jalur Inspeksi 4	73,01	65,93	66,76	68,07	68,44	65,93	73,01
7	Jalur Inspeksi 5	70,73	70,35	72,41	69,21	70,68	69,21	72,41
8	Jalur Inspeksi 6	68,91	68,92	69,42	68,02	68,82	68,02	69,42
9	Jalur Inspeksi 7	68,51	68,36	70,29	68,55	68,93	68,36	70,29
10	Jalur Inspeksi 8	71,19	70,43	69,92	68,29	69,96	68,29	71,19
11	Pemadam Kebakaran	68,16	68,37	68,89	71,30	69,18	68,16	71,30

Sumber : Perhitungan

**Tabel nilai kebisingan Sisi Udara Weekend**

No	Lokasi	jumat	sabtu	minggu	rata-rata	min	max
1	Apron 01	78,02	77,43	78,84	78,10	77,43	78,84
2	Apron 02	78,14	77,76	75,22	77,04	75,22	78,14
3	Jalur	73,22	68,39	72,67	71,43	68,39	73,22



	Inspeksi 1						
4	Jalur Inspeksi 2	72,78	68,36	71,84	70,99	68,36	72,78
5	Jalur Inspeksi 3	70,59	74,78	70,46	71,94	70,46	74,78
6	Jalur Inspeksi 4	71,33	73,30	71,06	71,90	71,06	73,30
7	Jalur Inspeksi 5	69,49	74,67	68,76	70,98	68,76	74,67
8	Jalur Inspeksi 6	70,37	71,48	69,36	70,40	69,36	71,48
9	Jalur Inspeksi 7	67,97	71,03	69,59	69,53	67,97	71,03
10	Jalur Inspeksi 8	67,20	71,65	69,54	69,46	67,20	71,65
11	Pemadam Kebakaran	71,19	72,06	68,87	70,71	68,87	72,06

Sumber : Perhitungan

**Tabel nilai kebisingan Sisi Darat Weekdays**

No	Lokasi	senin	selasa	rabu	kamis	rata-rata	min	max
1	Waiting room	69,55	69,69	71,72	71,17	70,53	69,55	71,72
2	Area Parkir Mobil A	70,16	69,16	69,96	71,36	70,16	69,16	71,36
3	Stasiun Kereta Api	68,44	70,09	71,49	70,75	70,19	68,44	71,49
4	Penduduk 1	69,74	70,94	69,07	71,36	70,28	69,07	71,36

5	Penduduk 2	67,42	69,22	68,98	67,72	68,33	67,42	69,22
6	Area Parkir Mobil B	69,29	68,60	72,60	68,03	69,63	68,03	72,60
7	Penduduk 3	68,26	71,31	69,28	74,07	70,73	68,26	74,07
8	Penduduk 4	69,59	68,84	71,00	68,04	69,36	68,04	71,00
9	Penduduk 5	69,23	67,76	72,78	68,39	69,54	67,76	72,78
10	Penduduk 6	68,41	68,82	68,75	72,54	69,63	68,41	72,54
11	Area Counter Check In	69,26	68,46	69,16	67,90	68,70	67,90	69,26
12	Area Pertokoan	69,31	67,41	68,34	68,59	68,41	67,41	69,31

Sumber : Perhitungan

**Tabel nilai kebisingan Sisi Darat Weekend**

No	Lokasi	jumat	sabtu	minggu	rata-rata	min	max
1	Waiting room	72,07	74,62	74,62	73,77	72,07	74,62
2	Area Parkir Mobil A	72,17	72,24	72,24	72,21	72,17	72,24
3	Stasiun Kereta Api	75,67	71,87	71,87	73,14	71,87	75,67
4	Penduduk 1	71,03	71,38	71,38	71,27	71,03	71,38
5	Penduduk 2	68,52	68,59	68,59	68,57	68,52	68,59
6	Area Parkir	67,84	73,82	68,97	70,21	67,84	73,82

	Mobil B						
7	Penduduk 3	70,01	69,86	72,75	70,87	69,86	72,75
8	Penduduk 4	68,18	72,05	71,21	70,48	68,18	72,05
9	Penduduk 5	68,06	72,15	67,93	69,38	67,93	72,15
10	Penduduk 6	67,69	70,60	69,39	69,23	67,69	70,60
11	Area Counter Check In	73,88	72,08	71,38	72,44	71,38	73,88
12	Area Pertokoan	70,42	69,47	71,91	70,60	69,47	71,91

Sumber : Perhitungan

**Tabel nilai kebisingan Sisi Udara-Darat Weekday**

No	Lokasi	senin	selasa	rabu	kamis	rata-rata	Min	Max
1	Apron 1	74,85	76,46	77,56	78,52	76,85	74,85	78,52
2	Apron 2	76,59	75,38	77,00	76,21	76,29	75,38	77,00
3	Waiting room	69,55	69,69	71,72	71,17	70,53	69,55	71,72
4	Parkir Mobil A	70,16	69,16	69,96	71,36	70,16	69,16	71,36
5	Stasiun Kereta	68,44	70,09	71,49	70,75	70,19	68,44	71,49
6	Penduduk 1	69,74	70,94	69,07	71,36	70,28	69,07	71,36
7	Penduduk 2	67,42	69,22	68,98	67,72	68,33	67,42	69,22
8	Inspeksi 1	69,32	66,82	68,84	68,08	68,26	66,82	69,32
9	Inspeksi 2	66,77	68,81	67,76	67,46	67,70	66,77	68,81

10	Inspeksi 3	69,34	67,00	71,29	70,24	69,47	67,00	71,29
11	Inspeksi 4	73,01	65,93	66,76	68,07	68,44	65,93	73,01
12	Inspeksi 5	70,73	70,35	72,41	69,21	70,68	69,21	72,41
13	Inspeksi 6	68,91	68,92	69,42	68,02	68,82	68,02	69,42
14	Inspeksi 7	68,51	68,36	70,29	68,55	68,93	68,36	70,29
15	Inspeksi 8	71,19	70,43	69,92	68,29	69,96	68,29	71,19
16	Parkir Mobil B	69,29	68,60	72,60	68,03	69,63	68,03	72,60
17	Penduduk 3	68,26	71,31	69,28	74,07	70,73	68,26	74,07
18	Penduduk 4	69,59	68,84	71,00	68,04	69,36	68,04	71,00
19	Penduduk 5	69,23	67,76	72,78	68,39	69,54	67,76	72,78
20	Penduduk 6	68,41	68,82	68,75	72,54	69,63	68,41	72,54
21	Pemadam kebakaran	68,16	68,37	68,89	71,30	69,18	68,16	71,30
22	Counter Check in	69,26	68,46	69,16	67,90	68,70	67,90	69,26
23	Area Pertokoan	69,31	67,41	68,34	68,59	68,41	67,41	69,31

Sumber : perhitungan

**Tabel nilai kebisingan Sisi Udara-Darat Weekend**

No	Lokasi	jumat	sabtu	minggu	rata-rata	Min	Max
1	Apron 1	78,02	77,43	78,84	78,10	77,43	78,84
2	Apron 2	78,14	77,76	75,22	77,04	75,22	78,14
3	Waiting room	72,07	74,62	73,85	73,52	72,07	74,62
4	Parkir Mobil A	72,17	72,24	73,33	72,58	72,17	73,33
5	Stasiun Kereta	75,67	71,87	72,67	73,40	71,87	75,67
6	Penduduk 1	71,03	71,38	71,67	71,36	71,03	71,67
7	Penduduk 2	68,52	68,59	73,38	70,16	68,52	73,38
8	Inspeksi 1	73,22	68,39	72,67	71,43	68,39	73,22
9	Inspeksi 2	72,78	68,36	71,84	70,99	68,36	72,78
10	Inspeksi 3	70,59	74,78	70,46	71,94	70,46	74,78
11	Inspeksi 4	71,33	73,30	71,06	71,90	71,06	73,30
12	Inspeksi 5	69,49	74,67	68,76	70,98	68,76	74,67
13	Inspeksi 6	70,37	71,48	69,36	70,40	69,36	71,48
14	Inspeksi 7	67,97	71,03	69,59	69,53	67,97	71,03
15	Inspeksi 8	67,20	71,65	69,54	69,46	67,20	71,65
16	Parkir Mobil B	67,84	73,82	68,97	70,21	67,84	73,82
17	Penduduk 3	70,01	69,86	72,75	70,87	69,86	72,75
18	Penduduk 4	68,18	72,05	71,21	70,48	68,18	72,05
19	Penduduk	68,06	72,15	67,93	69,38	67,93	72,15

	5						
20	Penduduk 6	67,69	70,60	69,39	69,23	67,69	70,60
21	Pemadam kebakaran	71,19	72,06	68,87	70,71	68,87	72,06
22	Counter Check in	73,88	72,08	71,38	72,44	71,38	73,88
23	Area Pertokoan	70,42	69,47	71,91	70,60	69,47	71,91

Sumber : perhitungan

## **LAMPIRAN B**

## Lampiran Peraturan KKOP

550



**PERATURAN MENTERI PERHUBUNGAN  
NOMOR : KM 57 TAHUN 2007**

**TENTANG**

**KAWASAN KESELAMATAN OPERASI PENERBANGAN  
DI SEKITAR BANDAR UDARA BARU MEDAN  
PROVINSI SUMATERA UTARA**

**DENGAN RAHMAT TUHAN YANG MAHA ESA**

**MENTERI PERHUBUNGAN,**

- Menimbang :**
- bahwa untuk menjamin keselamatan operasi penerbangan di bandar udara dan sekitarnya, perlu menetapkan Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan;
  - bahwa sesuai dengan Pasal 11 ayat (3) Peraturan Pemerintah Nomor 70 Tahun 2001, Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan ditetapkan dengan batas-batas tertentu yang bebas dari penghalang;
  - bahwa sehubungan dengan hal tersebut huruf a dan b, perlu menetapkan Peraturan Menteri tentang Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan di sekitar Bandar Udara Baru - Medan;
- Mengingat :**
- Undang - Undang Nomor 15 Tahun 1992 tentang Penerbangan (Lembaran Negara Tahun 1992 Nomor 53, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3481);
  - Peraturan Pemerintah Nomor 3 Tahun 2001 tentang Keamanan dan Keselamatan Penerbangan (Lembaran Negara Tahun 2001 Nomor 9, Tambahan Lembaran Negara Nomor 4075);
  - Peraturan Pemerintah Nomor 70 Tahun 2001 tentang Ke Bandaraan (Lembaran Negara Tahun 2001 Nomor 128, Tambahan Lembaran Negara Nomor 4146);
  - Peraturan Presiden Nomor 9 Tahun 2005 tentang Kedudukan, Tugas, Fungsi, Kewenangan, Susunan Organisasi dan Tata Kerja Kementerian Negara Republik Indonesia sebagaimana telah diubah terakhir dengan Peraturan Presiden Nomor 94 Tahun 2006;



5. Peraturan Presiden Nomor 10 Tahun 2005 tentang Unit Organisasi dan Tugas Eselon I Kementerian Negara Republik Indonesia sebagaimana telah diubah terakhir dengan Peraturan Presiden Nomor 17 Tahun 2007;
6. Peraturan Menteri Perhubungan Nomor T. 11./24-U Tahun 1960 tanggal 30 Nopember 1960 tentang Peraturan-Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil (CASR) sebagaimana telah diubah terakhir dengan Peraturan Menteri Perhubungan Nomor KM 4 Tahun 2006;
7. Keputusan Menteri Perhubungan Nomor KM 44 Tahun 2002 tentang Tata n K e b a n d a r u d a r a a n N a s i o n a l ;
8. Keputusan Menteri Perhubungan Nomor KM 47 Tahun 2002 tentang S e r t i f i k a s i O p e r a s i B a n d a r U d a r a ;
9. Keputusan Menteri Perhubungan Nomor KM 48 Tahun 2002 tentang P e n y e l e n g g a r a a n B a n d a r U d a r a U m u m ;
10. Peraturan Menteri Perhubungan Nomor KM 31 Tahun 2006 tentang P e d o m a n d a n P r o s e s P e r e n c a n a a n d i L i n g k u n g a n D e p a r t e m e n P e r h u b u n g a n ;

#### MEMUTUSKAN :

Menetapkan : **PERATURAN MENTERI TENTANG KAWASAN KESELAMATAN OPERASI PENERBANGAN DI SEKITAR BANDAR UDARA BARU MEDAN PROVINSI SUMATERA UTARA.**

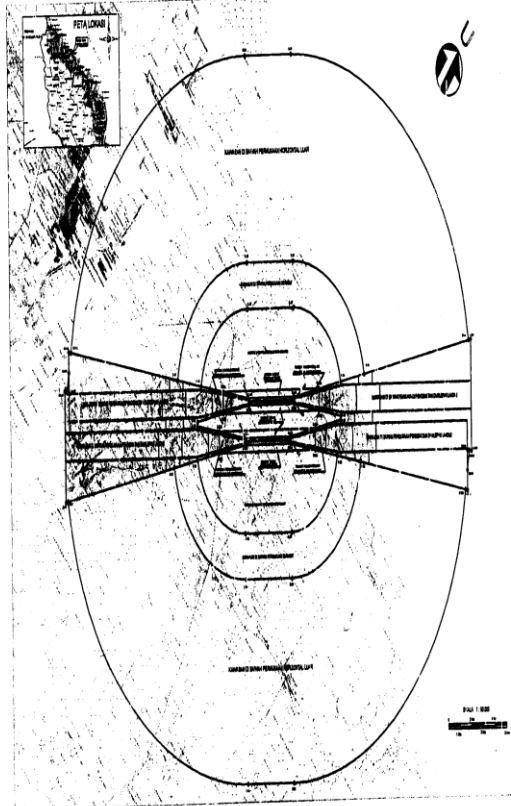
#### BAB I KETENTUAN UMUM

##### Pasal 1

Dalam Peraturan ini yang dimaksud dengan :

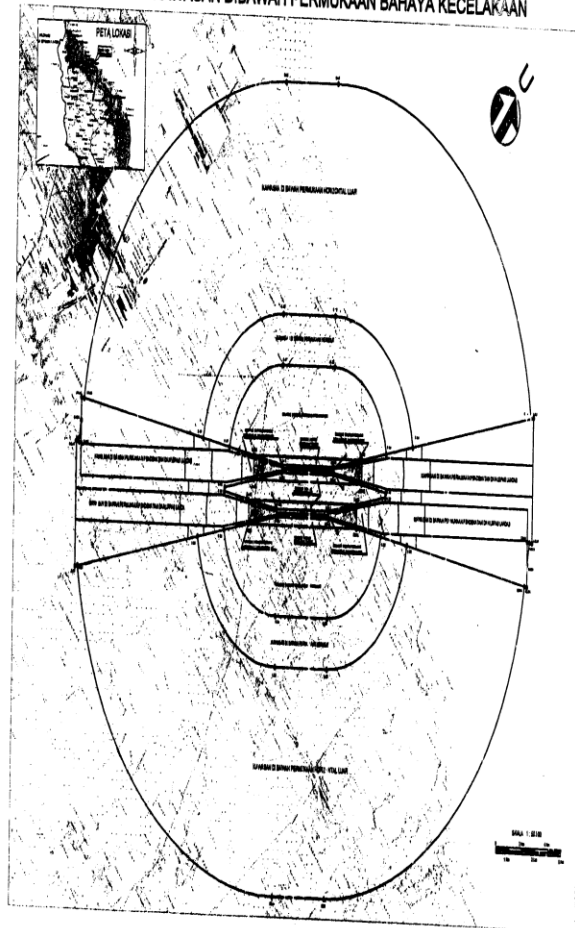
1. Bandar udara adalah Bandar Udara Baru Medan yang berlokasi di Desa Pasar IV K w a l a N a m u , D e s a P a s a r V , D e s a K e b u n K e l a p a , D e s a S i d o u r i p , D e s a S i d o d a d i R a m u n i a , D e s a B e r i n g i n , K e c a m a t a n B e r i n g i n ; d i D e s a P a n t a i L a b u P e k a n , D e s a P a n t a i L a b u B a r u , D e s a P e r k e b u n a n R a m u n i a , K e c a m a t a n P a n t a i L a b u K a b u p a t e n D e l i S e r d a n g P r o v i n s i S u m a t e r a U t a r a .
2. Landas pacu adalah suatu daerah persegi panjang yang ditentukan pada Bandar Udara di darat yang dipergunakan untuk pendaratan dan lepas landas pesawat udara.

KAWASAN DIBAWAH PERMUKAAN PENDEKATAN DAN LEPAS LANDAS



NUMUR : KM 57 TAHUN 2007  
TANGGAL : 2 NOPEMBER 2007

# KAWASAN DIBAWAH PERMUKAAN BAHAYA KECELAKAAN



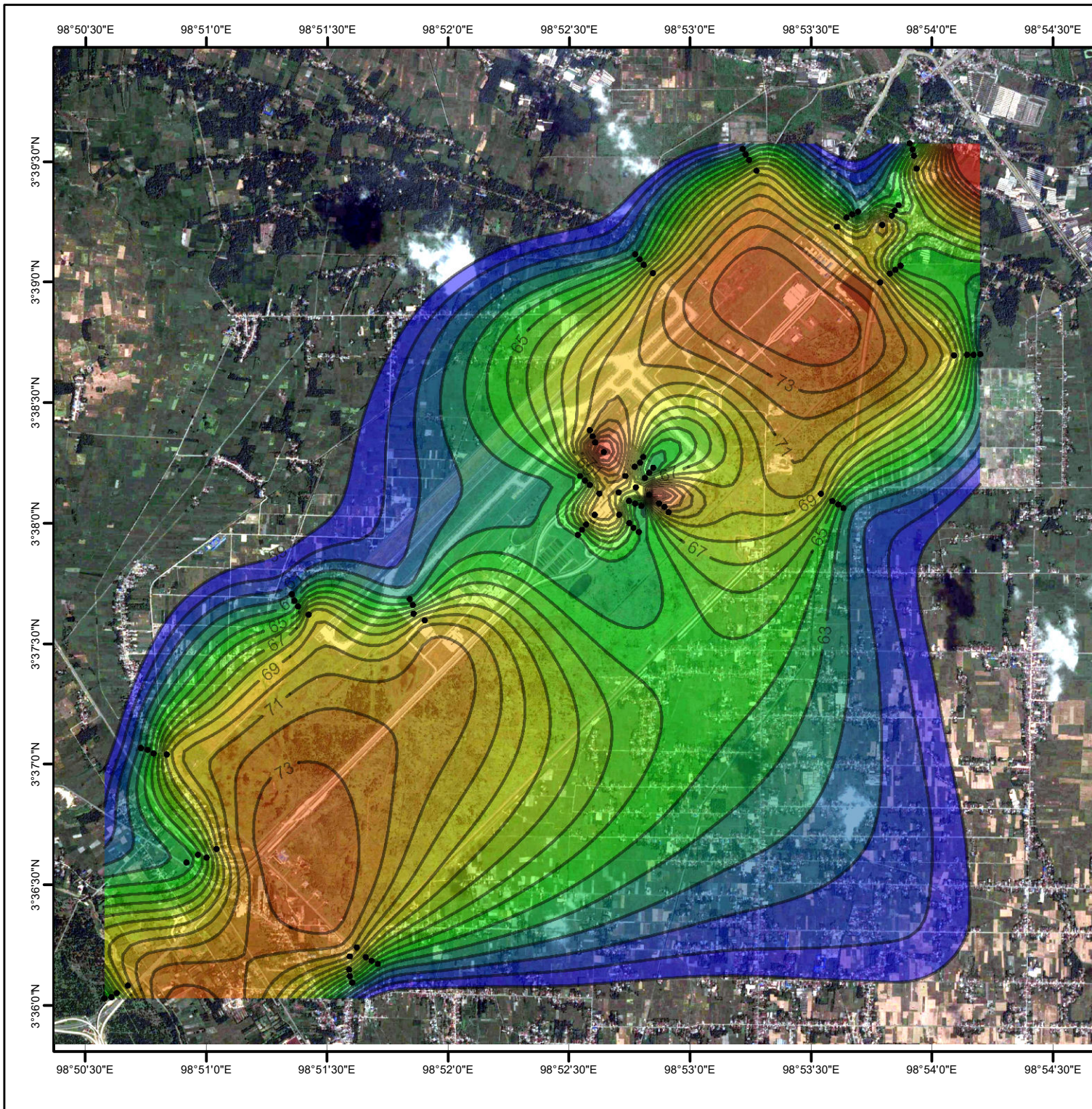
***“Halaman ini sengaja diosongkan”***

## **LAMPIRAN C**





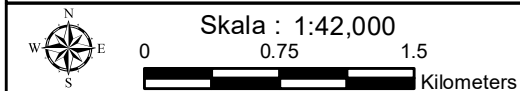




TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

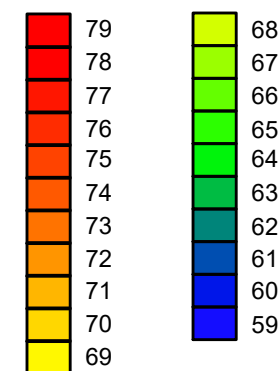
ANALISIS TINGKAT KEBISINGAN YANG DITIMBULKAN  
OLEH AKTIFITAS BANDARA INTERNASIONAL KUALANAMU  
DAN UPAYA PENGELOLAANYA

**Peta**  
**Kebisingan Rata-rata Hari Kerja**  
**Area Udara dan Darat Bandara Kualanamu**



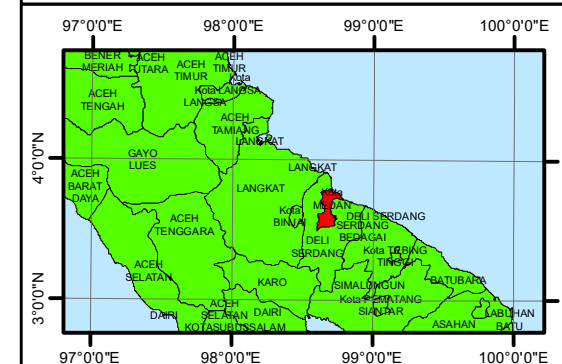
**KETERANGAN**

Tingkat Kebisingan (dB)



DIBUAT OLEH :  
RACHMI LAYINA CHIMAYATI (3313 100 117)

DOSEN PEMBIMBING :  
Dr. Ir. RACHMAT BOEDISANTOSO, M.T



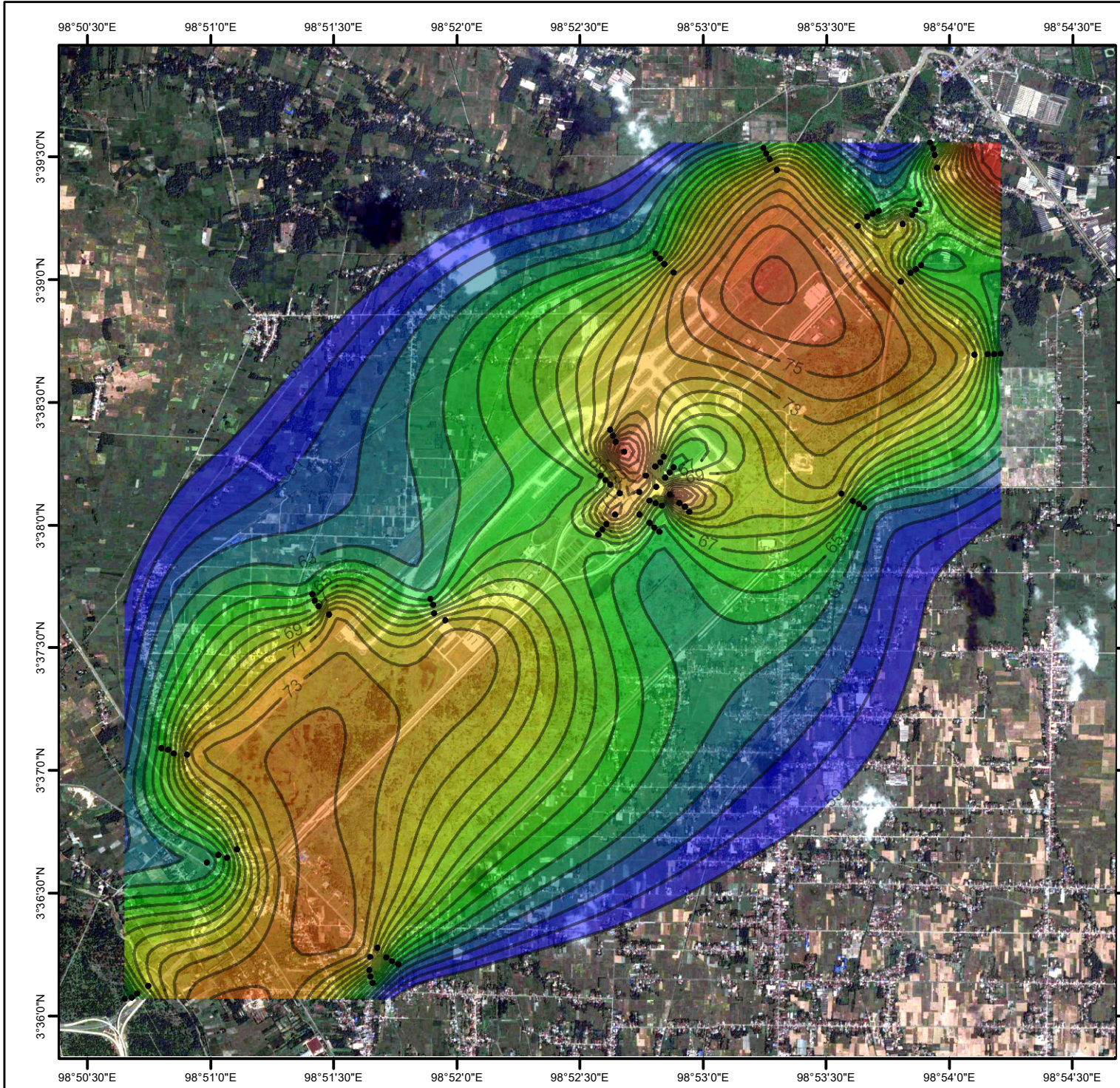








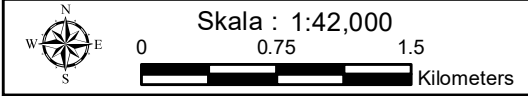




TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

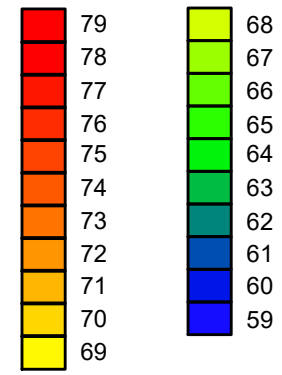
ANALISIS TINGKAT KEBISINGAN YANG DITIMBUKAN  
OLEH AKTIFITAS BANDARA INTERNASIONAL KUALANAMU  
DAN UPAYA PENGELOLAANYA

**Peta**  
**Kebisingan Rata-rata Akhir Pekan**  
**Area Udara dan Darat Bandara Kualanamu**



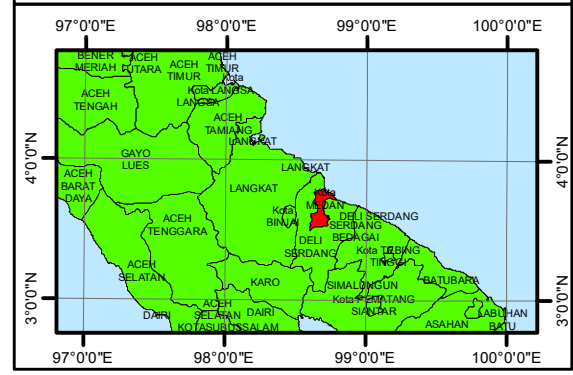
**KETERANGAN**

Tingkat Kebisingan (dB)



DIBUAT OLEH :  
RACHMI LAYINA CHIMAYATI (3313 100 117)

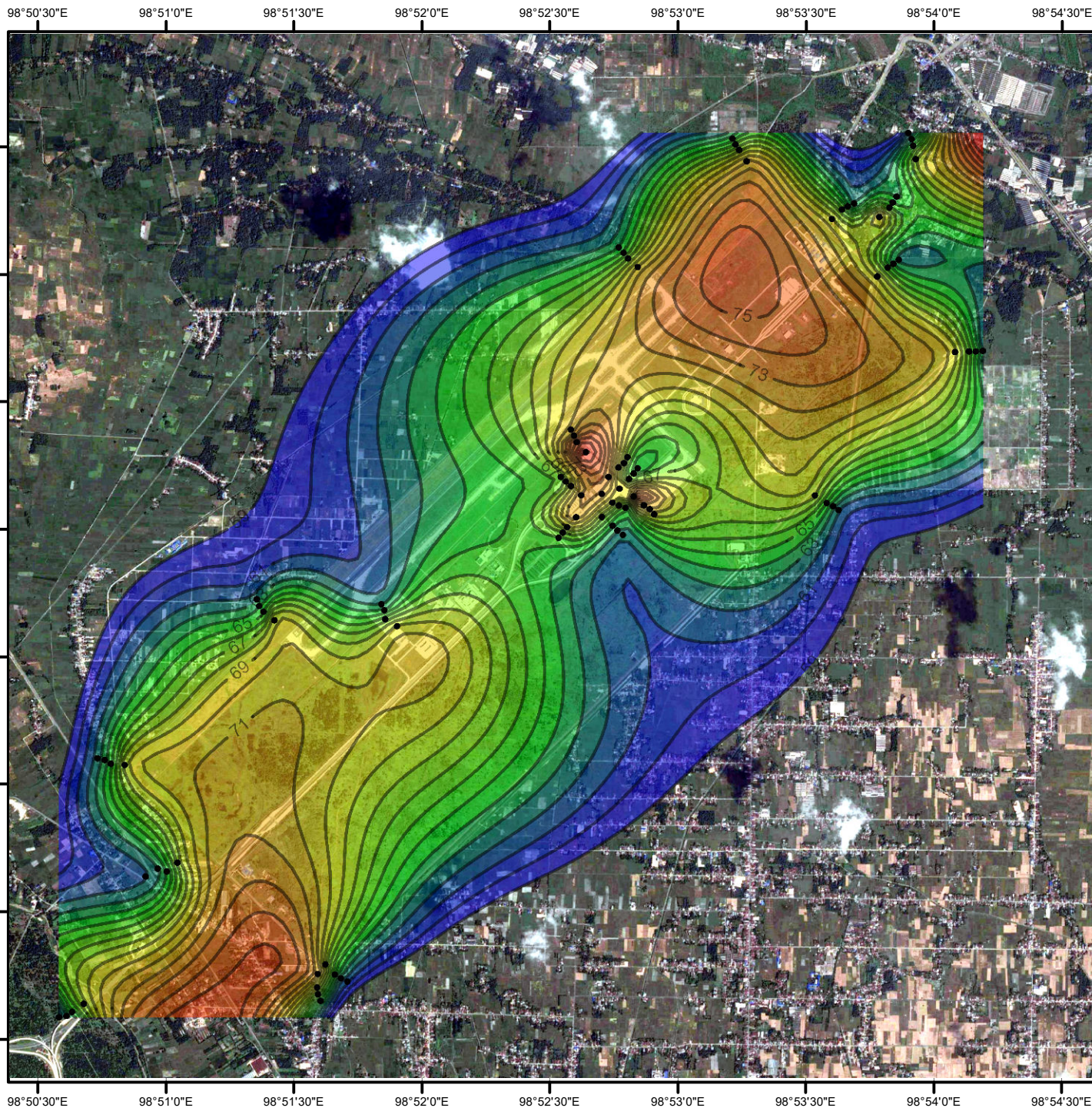
DOSEN PEMBIMBING :  
Dr. Ir. RACHMAT BOEDISANTOSO, M.T











**TEKNIK LINGKUNGAN**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

**ANALISIS TINGKAT KEBISINGAN YANG DITIMBULKAN**  
**OLEH AKTIFITAS BANDARA INTERNASIONAL KUALANAMU**  
**DAN UPAYA PENGELOLAANYA**

**Peta**  
**Kebisingan Minimum Akhir Pekan**  
**Area Udara dan Darat Bandara Kualanamu**

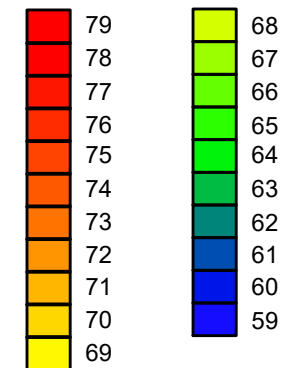


Skala : 1:42,000

0 0.75 1.5  
 Kilometers

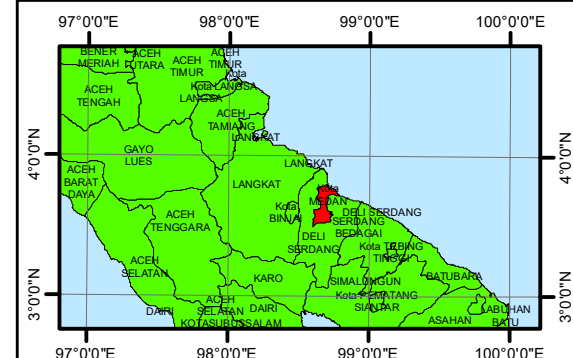
#### KETERANGAN

Tingkat Kebisingan (dB)

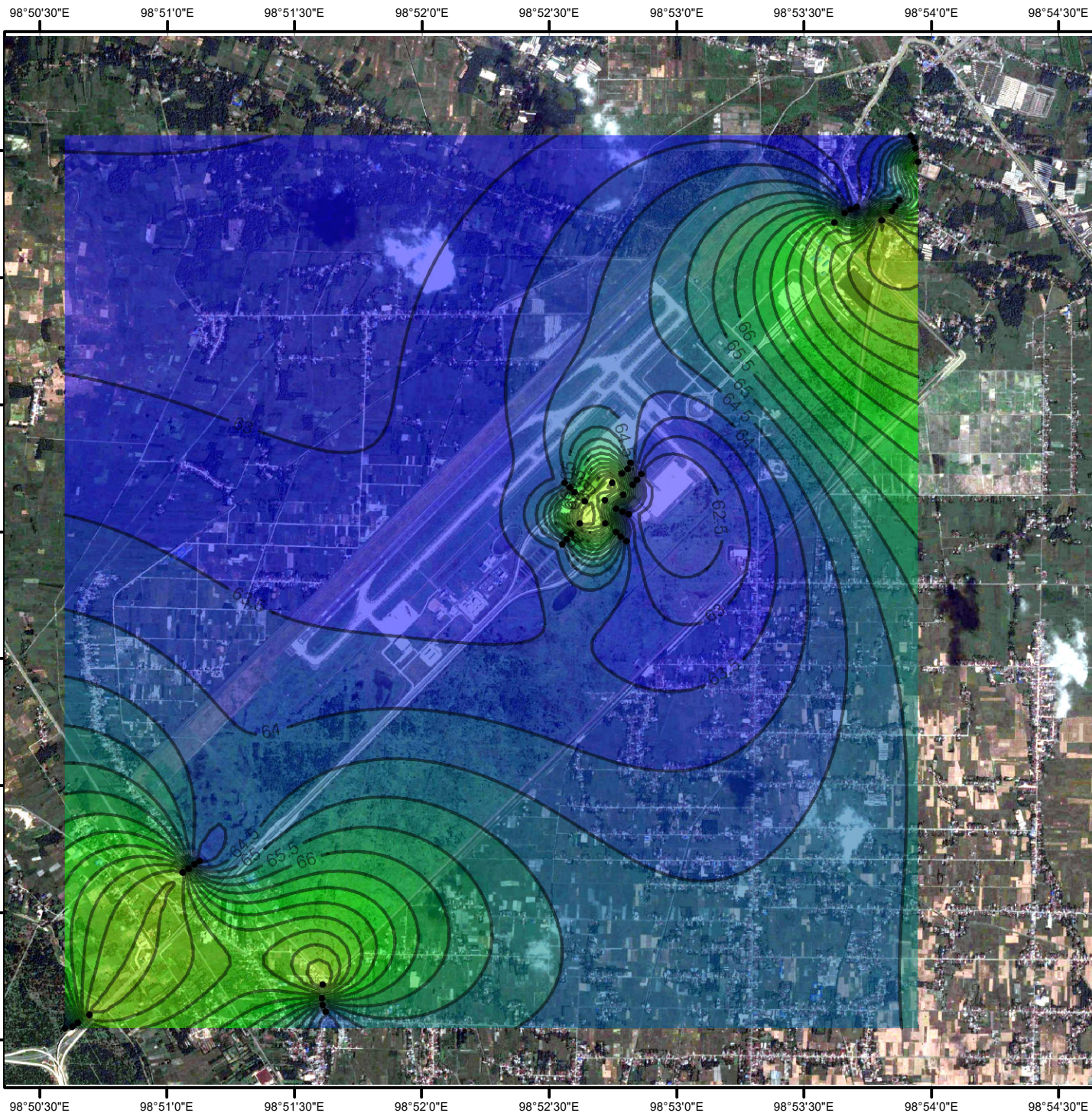


**DIBUAT OLEH :**  
**RACHMI LAYINA CHIMAYATI (3313 100 117)**

**DOSEN PEMBIMBING :**  
**Dr. Ir. RACHMAT BOEDISANTOSO, M.T**



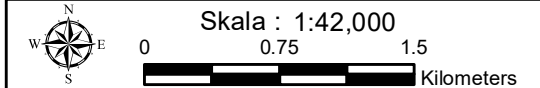




TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

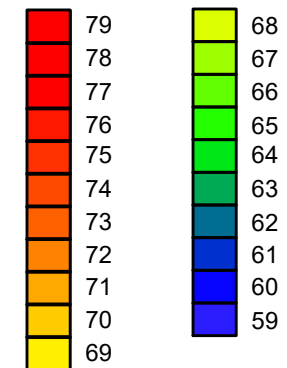
ANALISIS TINGKAT KEBISINGAN YANG DITIMBULKAN  
OLEH AKTIFITAS BANDARA INTERNASIONAL KUALANAMU  
DAN UPAYA PENGELOLAANYA

**Peta**  
**Kebisingan Rata-rata Hari Kerja**  
**Area Darat Bandara Kualanamu**



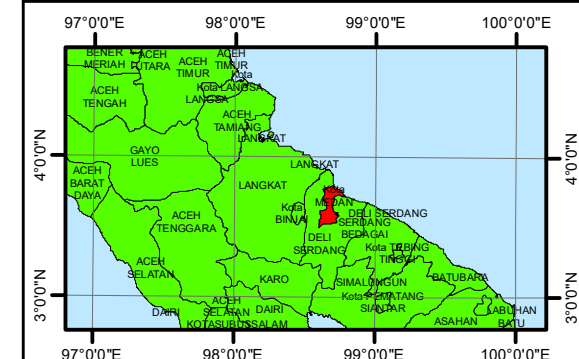
**KETERANGAN**

Tingkat Kebisingan (dB)

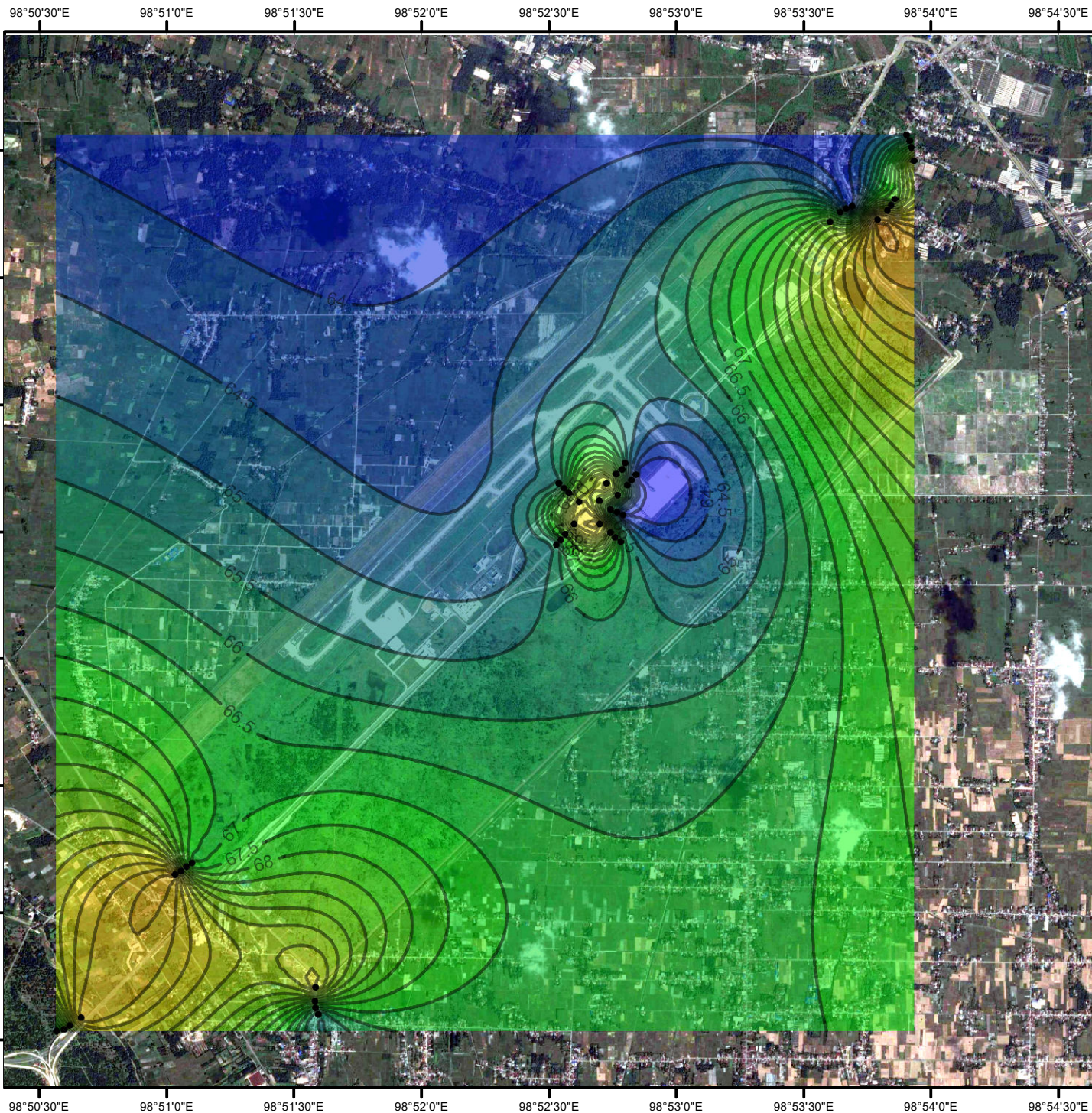


**DIBUAT OLEH :**  
**RACHMI LAYINA CHIMAYATI (3313 100 117)**

**DOSEN PEMBIMBING :**  
**Dr. Ir. RACHMAT BOEDISANTOSO, M.T**



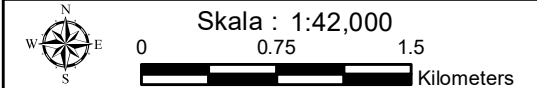




TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

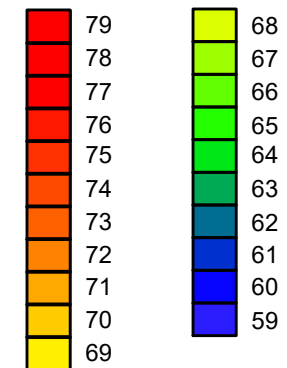
ANALISIS TINGKAT KEBISINGAN YANG DITIMBUKAN  
OLEH AKTIFITAS BANDARA INTERNASIONAL KUALANAMU  
DAN UPAYA PENGELOLAANYA

**Peta**  
**Kebisingan Maximum Hari Kerja**  
**Area Darat Bandara Kualanamu**



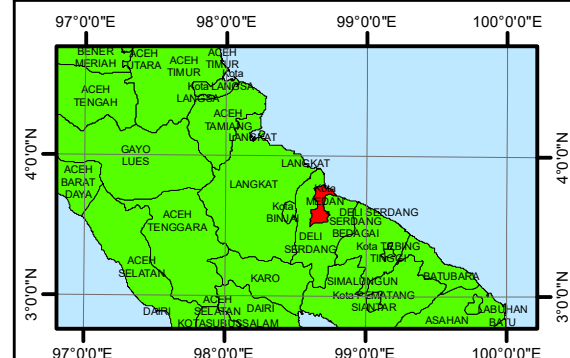
**KETERANGAN**

Tingkat Kebisingan (dB)

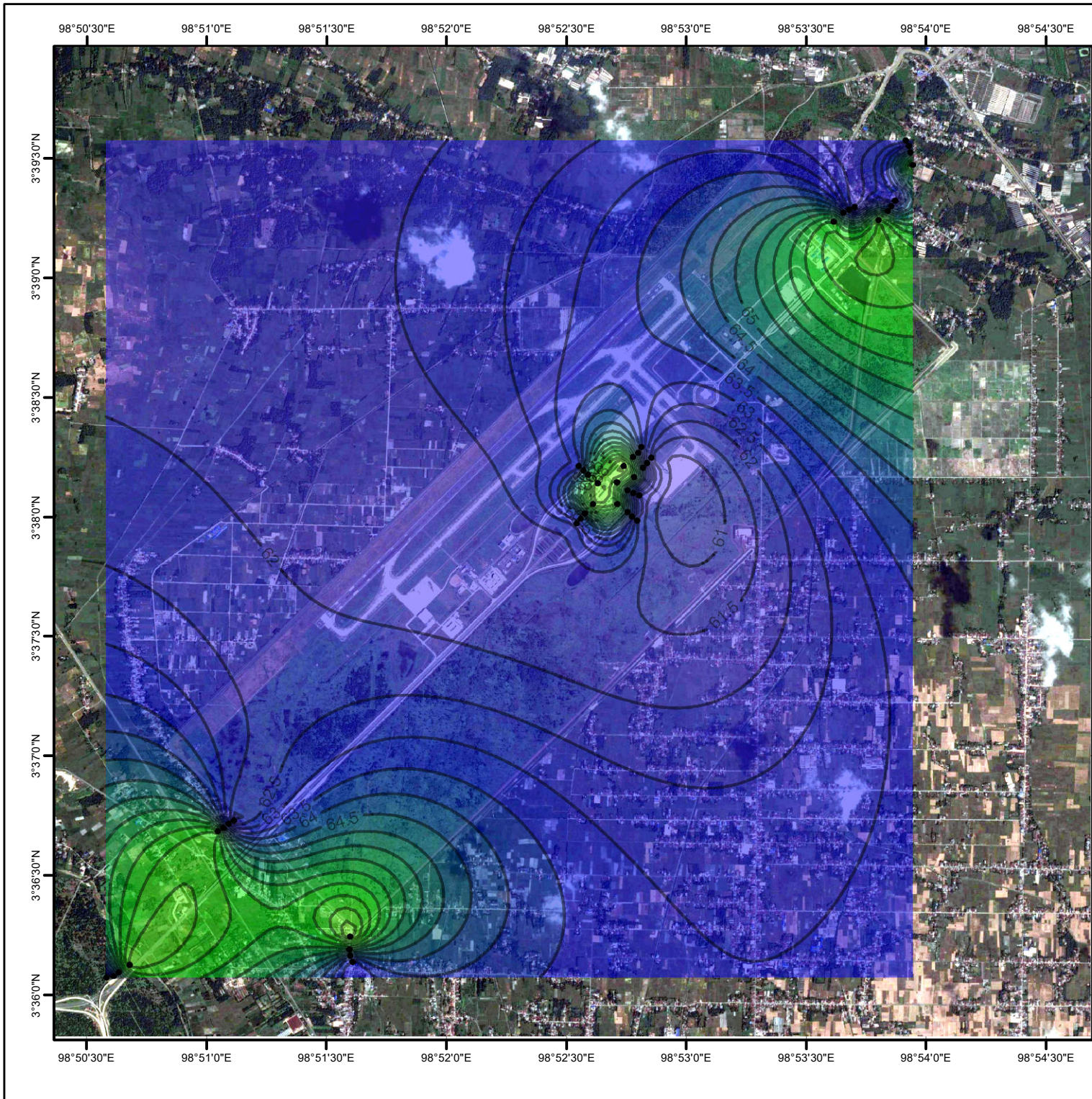


**DIBUAT OLEH :**  
**RACHMI LAYINA CHIMAYATI (3313 100 117)**

**DOSEN PEMBIMBING :**  
**Dr. Ir. RACHMAT BOEDISANTOSO, M.T**



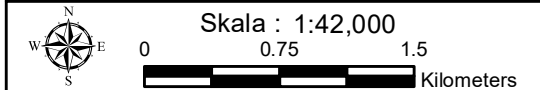




TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

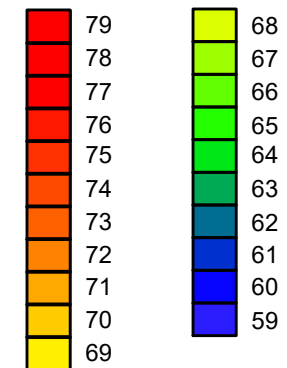
ANALISIS TINGKAT KEBISINGAN YANG DITIMBUKAN  
OLEH AKTIFITAS BANDARA INTERNASIONAL KUALANAMU  
DAN UPAYA PENGELOLAANYA

**Peta**  
**Kebisingan Minimum Hari Kerja**  
**Area Darat Bandara Kualanamu**



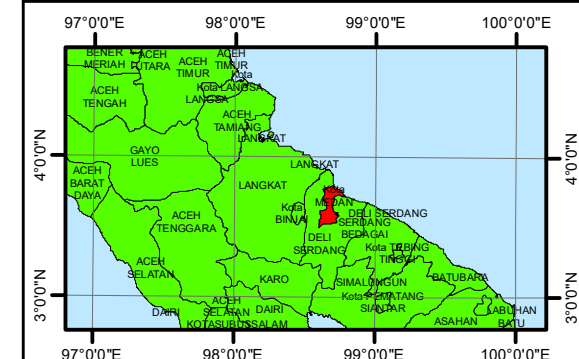
**KETERANGAN**

Tingkat Kebisingan (dB)



**DIBUAT OLEH :**  
**RACHMI LAYINA CHIMAYATI (3313 100 117)**

**DOSEN PEMBIMBING :**  
**Dr. Ir. RACHMAT BOEDISANTOSO, M.T**







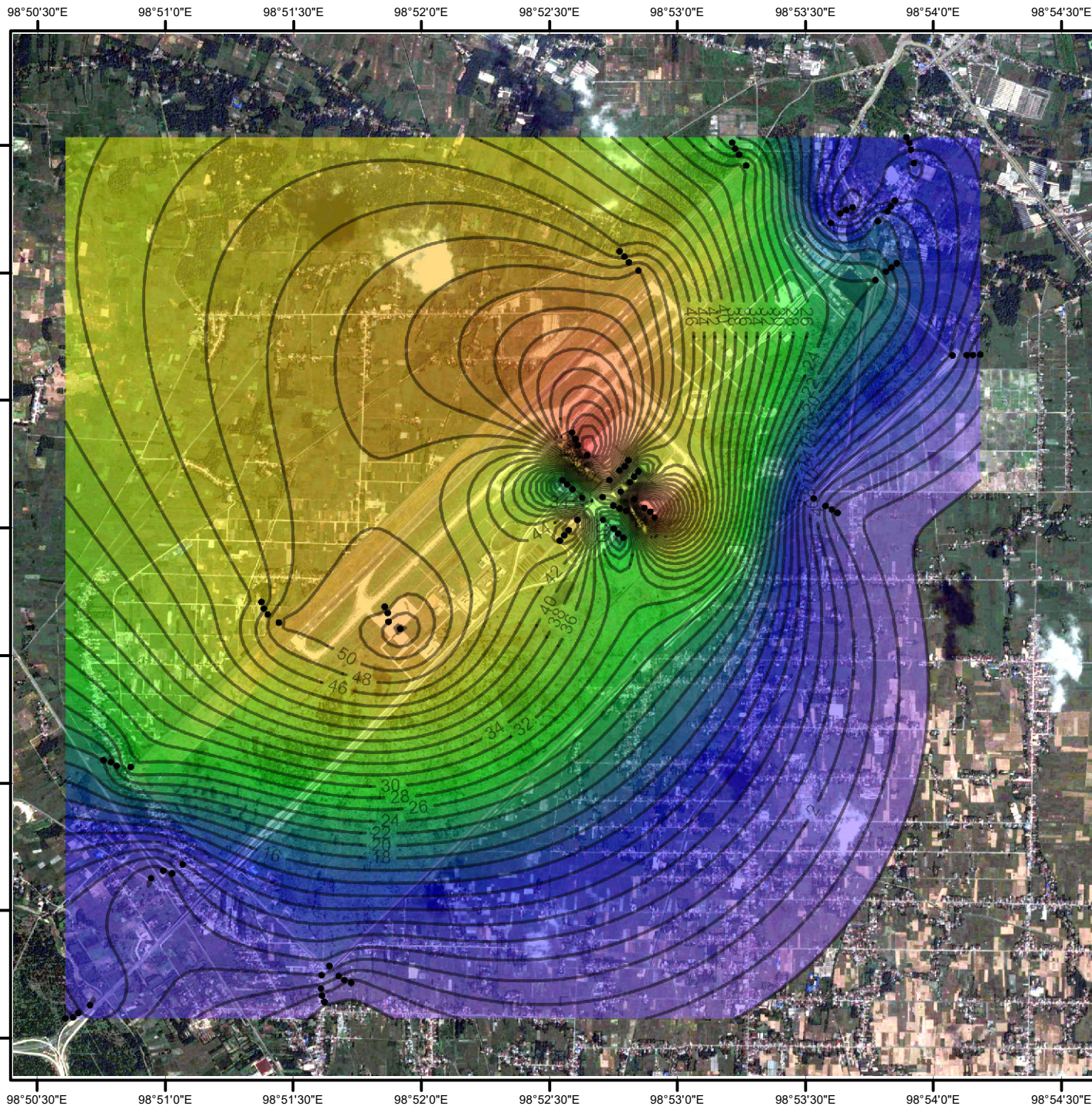












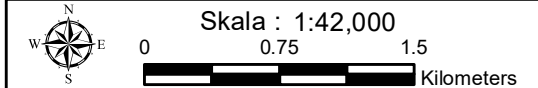
TEKNIK LINGKUNGAN

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

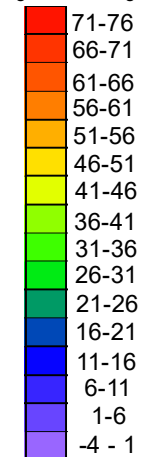
ANALISIS TINGKAT KEBISINGAN YANG DITIMBUKAN  
OLEH AKTIFITAS BANDARA INTERNASIONAL KUALANAMU  
DAN UPAYA PENGELOLAANYA

**Peta**  
**Kebisingan Akhir Pekan Setelah Reduksi**  
**Area Udara dan Darat Bandara Kualanamu**



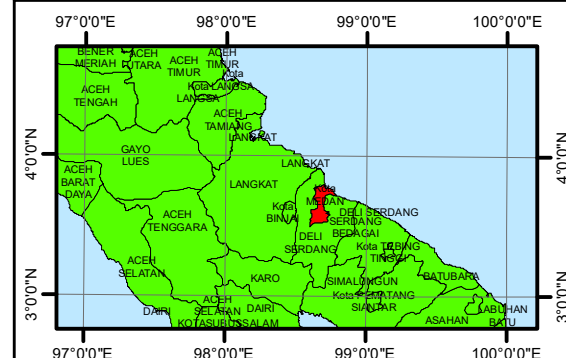
**KETERANGAN**

Tingkat Kebisingan (dB)



**DIBUAT OLEH :**  
**RACHMI LAYINA CHIMAYATI (3313 100 117)**

**DOSEN PEMBIMBING :**  
**Dr. Ir. RACHMAT BOEDISANTOSO, M.T**



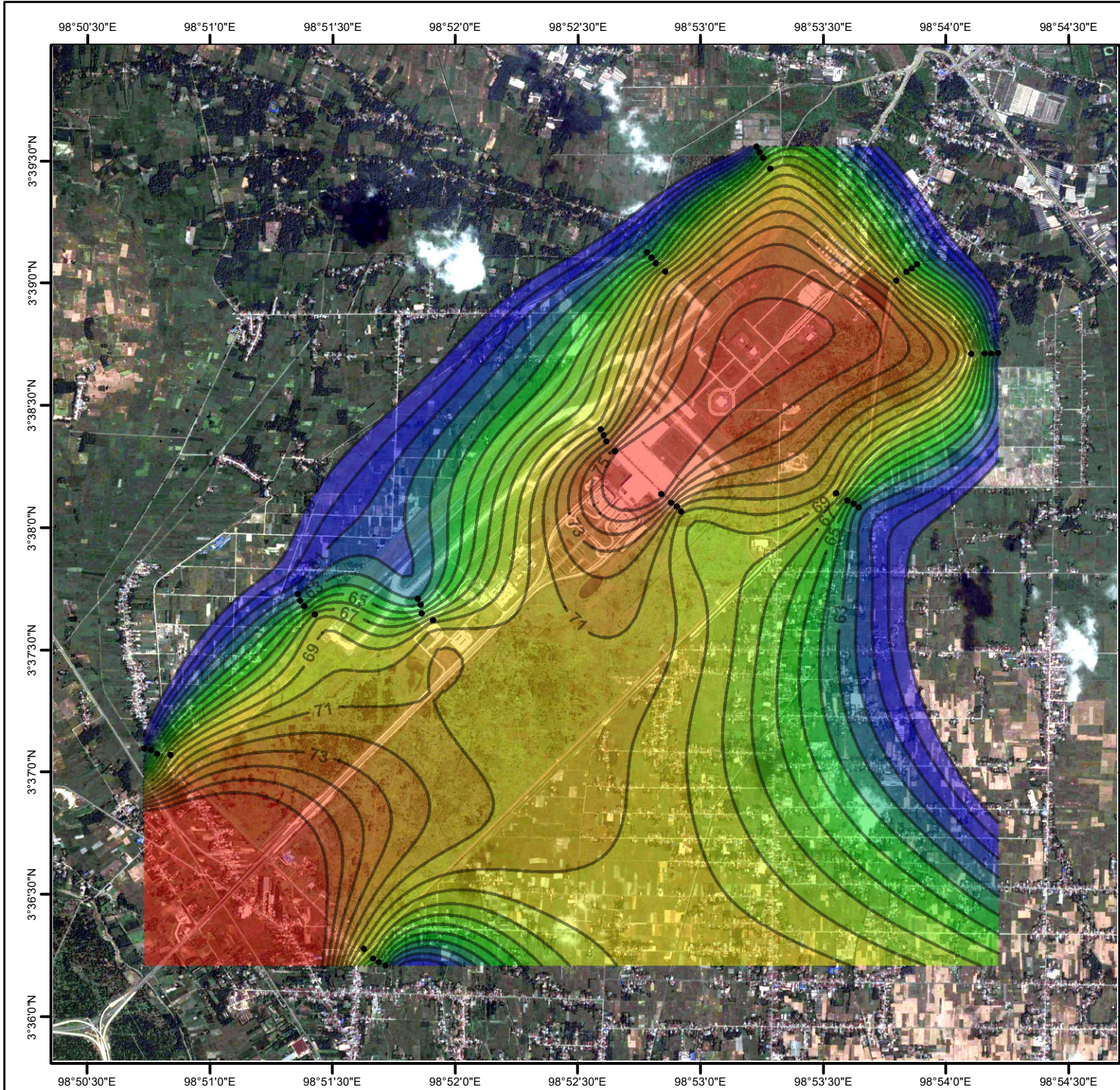








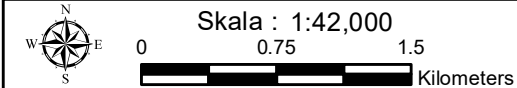




TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

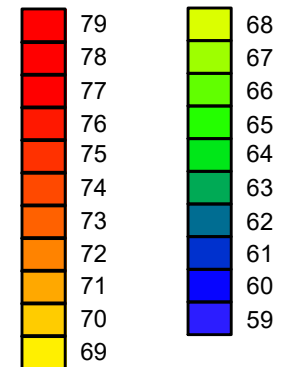
ANALISIS TINGKAT KEBISINGAN YANG DITIMBULKAN  
OLEH AKTIFITAS BANDARA INTERNASIONAL KUALANAMU  
DAN UPAYA PENGELOLAANYA

**Peta**  
**Kebisingan Rata-rata Hari Kerja**  
**Area Udara Bandara Kualanamu**



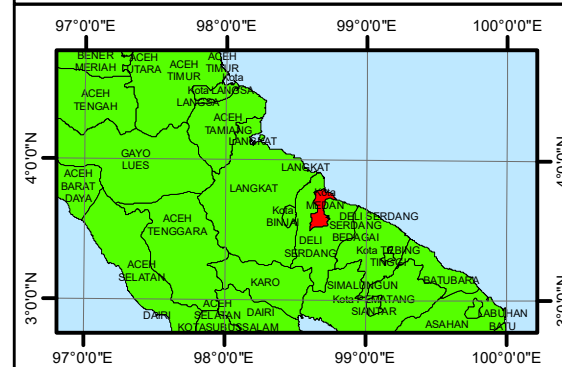
**KETERANGAN**

Tingkat Kebisingan (dB)



**DIBUAT OLEH :**  
**RACHMI LAYINA CHIMAYATI (3313 100 117)**

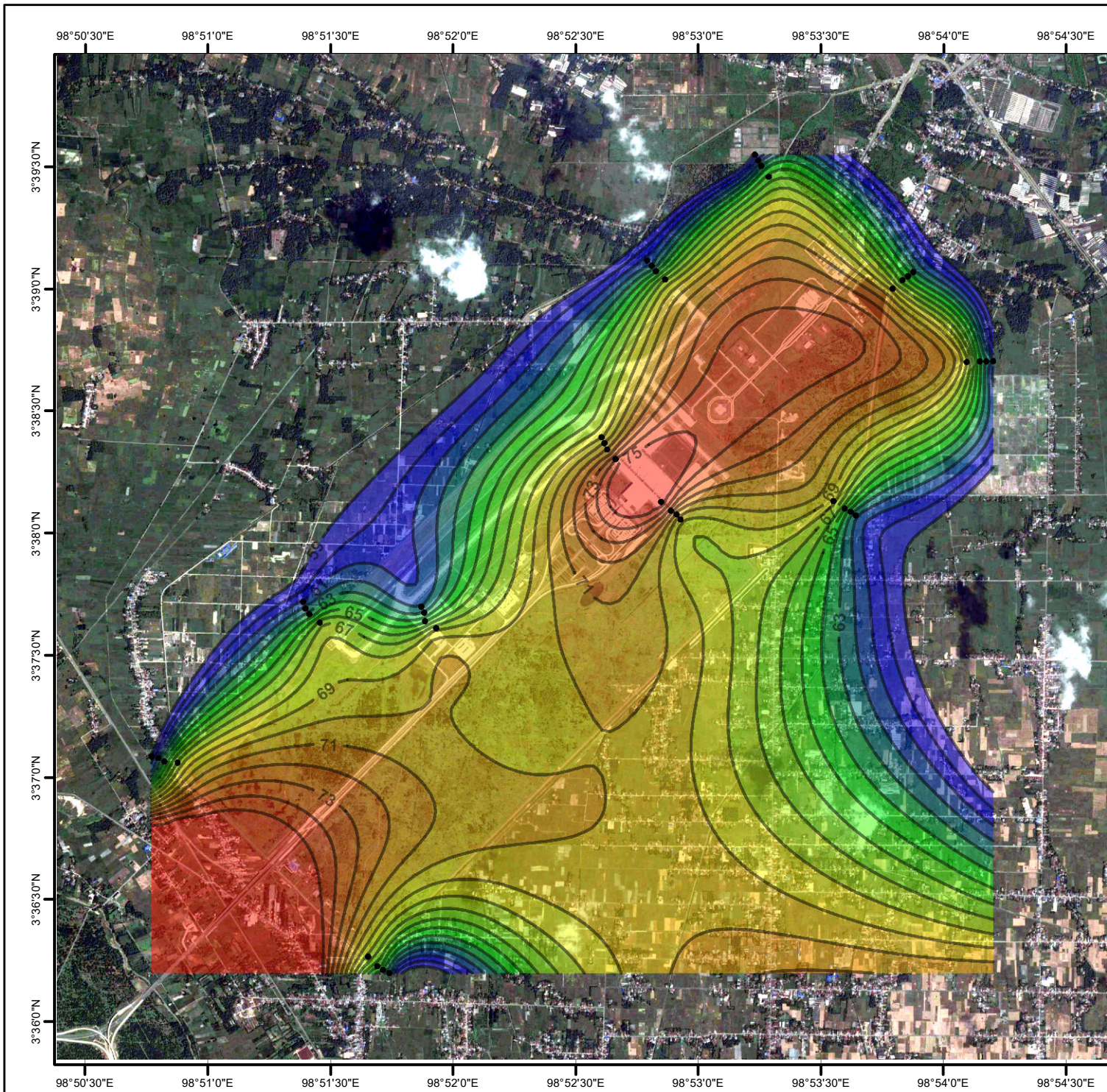
**DOSEN PEMBIMBING :**  
**Dr. Ir. RACHMAT BOEDISANTOSO, M.T**











TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

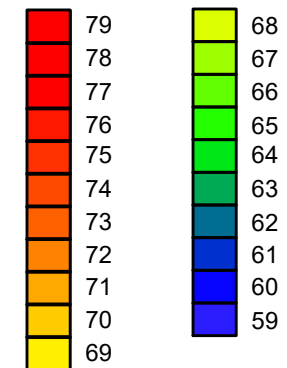
ANALISIS TINGKAT KEBISINGAN YANG DITIMBUKAN  
OLEH AKTIFITAS BANDARA INTERNASIONAL KUALANAMU  
DAN UPAYA PENGELOLAANYA

**Peta**  
**Kebisingan Minimum Hari Kerja**  
**Area Udara Bandara Kualanamu**

Skala : 1:42,000  
0 0.75 1.5  
Kilometers

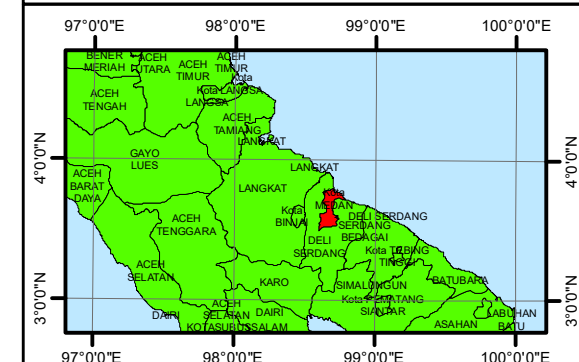
**KETERANGAN**

Tingkat Kebisingan (dB)



DIBUAT OLEH :  
RACHMI LAYINA CHIMAYATI (3313 100 117)

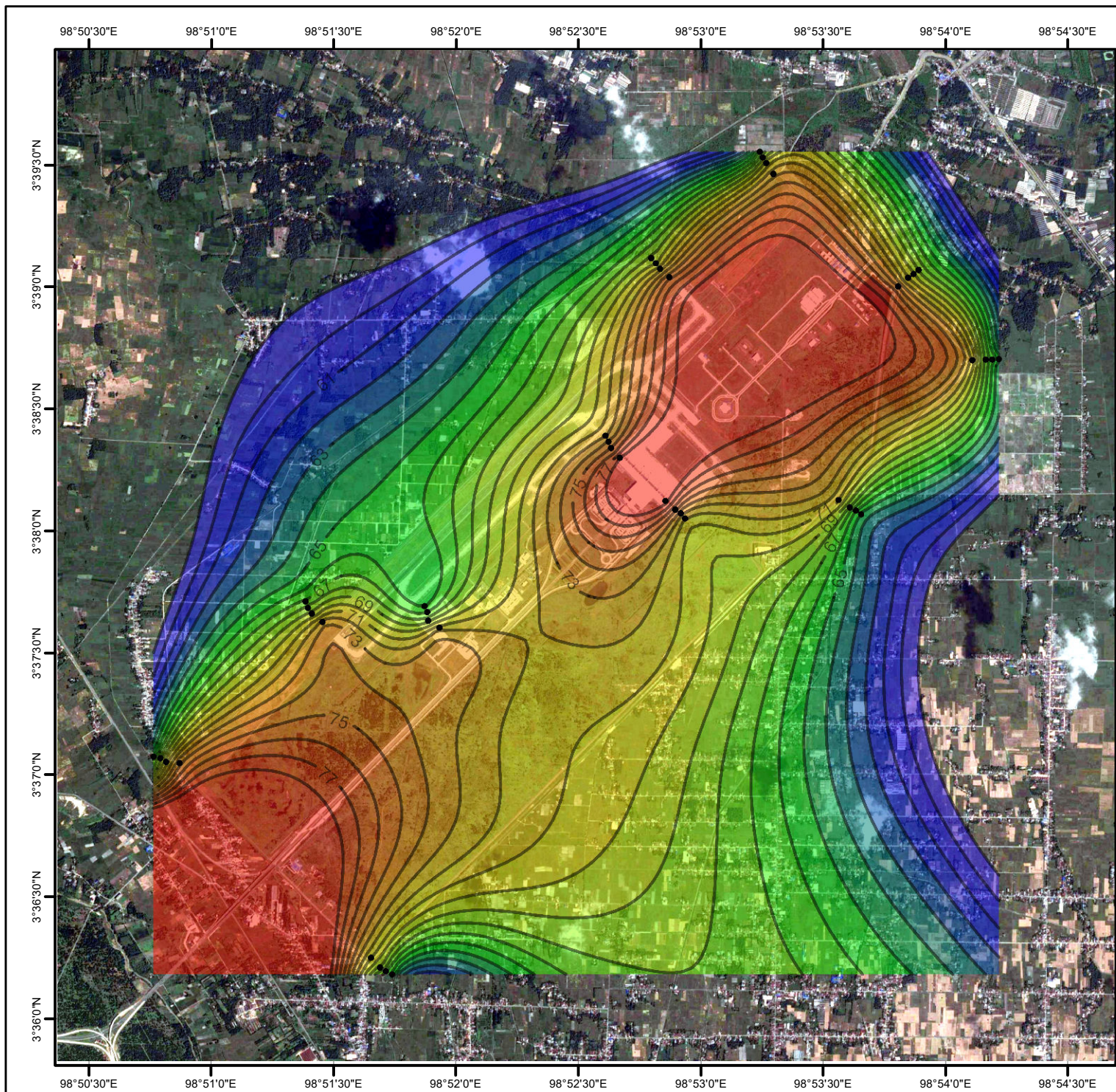
DOSEN PEMBIMBING :  
Dr. Ir. RACHMAT BOEDISANTOSO, M.T







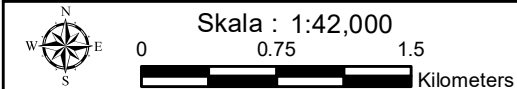




TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

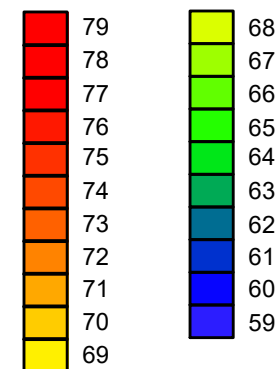
ANALISIS TINGKAT KEBISINGAN YANG DITIMBULKAN  
OLEH AKTIFITAS BANDARA INTERNASIONAL KUALANAMU  
DAN UPAYA PENGELOLAANYA

**Peta**  
**Kebisingan Maximum Akhir Pekan**  
**Area Udara Bandara Kualanamu**



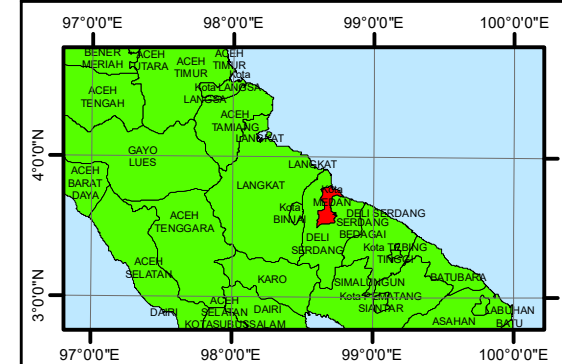
**KETERANGAN**

Tingkat Kebisingan (dB)

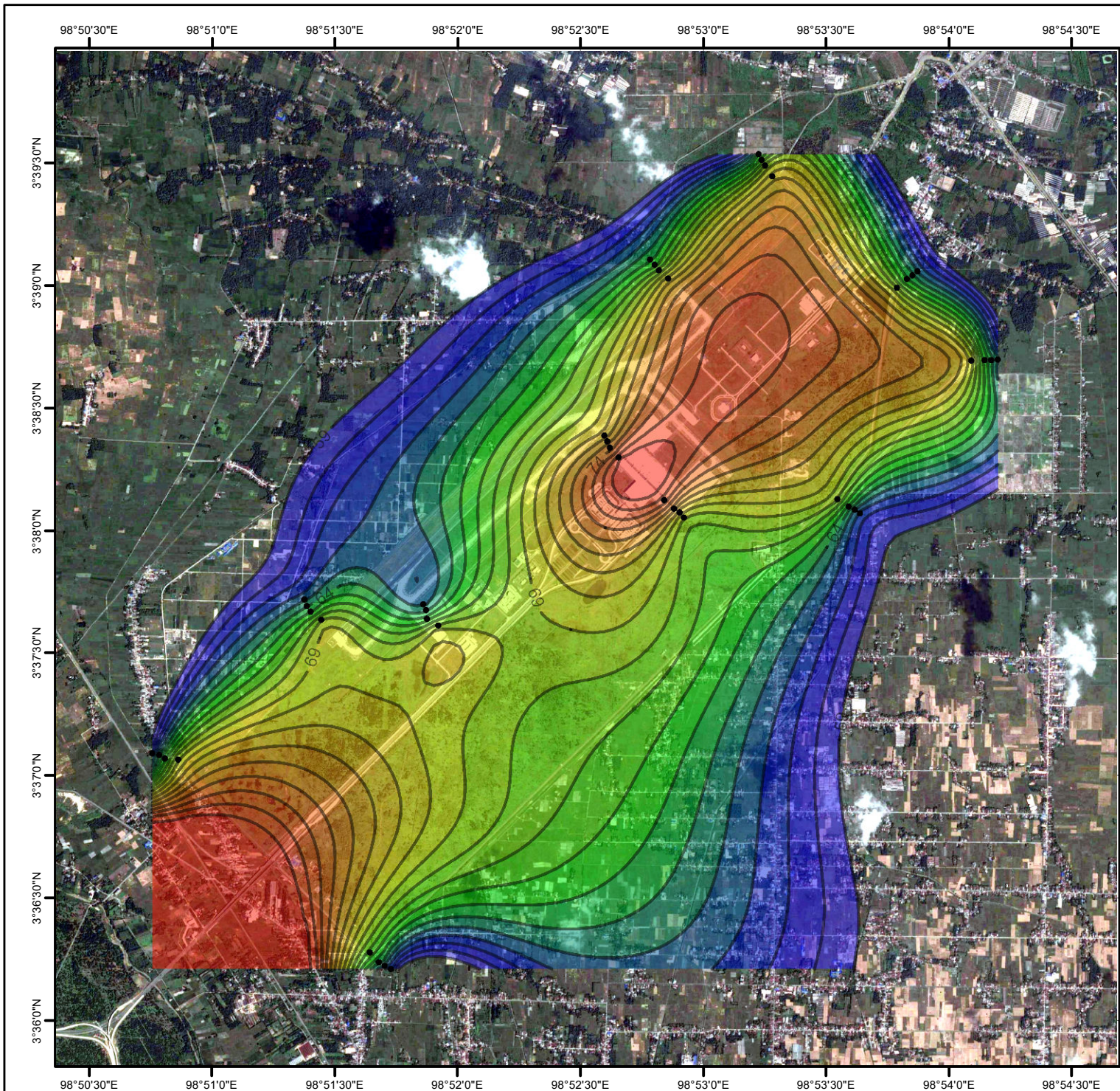


**DIBUAT OLEH :**  
**RACHMI LAYINA CHIMAYATI (3313 100 117)**

**DOSEN PEMBIMBING :**  
**Dr. Ir. RACHMAT BOEDISANTOSO, M.T**



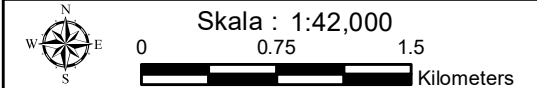




TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

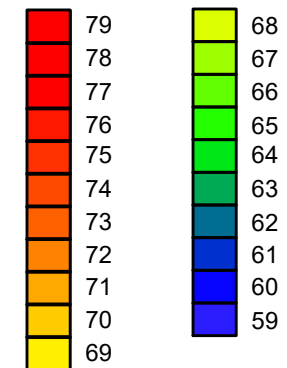
ANALISIS TINGKAT KEBISINGAN YANG DITIMBULKAN  
OLEH AKTIFITAS BANDARA INTERNASIONAL KUALANAMU  
DAN UPAYA PENGELOLAANYA

**Peta**  
**Kebisingan Maximum Akhir Pekan**  
**Area Udara Bandara Kualanamu**



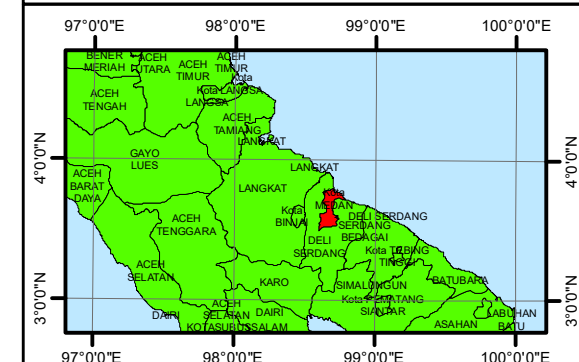
**KETERANGAN**

Tingkat Kebisingan (dB)



DIBUAT OLEH :  
RACHMI LAYINA CHIMAYATI (3313 100 117)

DOSEN PEMBIMBING :  
Dr. Ir. RACHMAT BOEDISANTOSO, M.T





**“Halaman ini sengaja diosongkan”**

## BIODATA PENULIS



Rachmi Layina Chimayati lahir di Surabaya pada 06 Desember 1994 adalah anak terakhir dari dua bersaudara. Riwayat pendidikan penulis dimulai dari pendidikan dasar yang di tempuh dari tahun 2001-2007 di SDN Kalitengah 3, kemudian penulis melanjutkan pendidikan di SMPN 1 Candi pada tahun 2007-2010, selanjutnya meneruskan pendidikan tingkat menengah atas di SMAN 3 Sidoarjo pada tahun 2010-2013.

Setelah lulus pendidikan menengah atas penulis melanjutkan pendidikan S1 di Jurusan Teknik Lingkungan , Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya pada tahun 2013 dan terdaftar dengan NRP 3313100117. Selama masa perkuliahan penulis juga aktif dalam beberapa organisasi dan kepanitian lingkup institut di bidang minat dan bakat. Selain organisasi dan kepanitian penulis juga aktif dalam pelatihan dan seminar pengembangan diri dan ilmu di dunia kerja. Penulis juga memiliki pengalaman On Job Training (kerja praktek) di PT. Angkasapura 2 Bandara Internasional Kualanamu, Deli Serdang-Sumatera Utara yang sekaligus dijadikan lokasi penulis sebagai Melaksanakan Tugas Akhir yang berjudul “Analisis Tingkat Kebisingan Yang Ditimbulkan Oleh Aktifitas Bandara dan Upaya Pengelolaannya” dibawah bimbingan bapak Dr. Ir. Rachmat Boedisantoso, M.T. untuk semua informasi dan masukan dapat menghubungi penulis melalui email [rachmi.layina@gmail.com](mailto:rachmi.layina@gmail.com).